Aperçu hydrologique des

régions de North Slave et de South Slave

Shawne A. Kokelj

Décembre 2003

Division des ressources hydrauliques
Affaires indiennes et du Nord Canada
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Canada

Sur la couverture : Rivière des Esclaves à Fitzgerald, vue vers l'aval depuis la jauge (Photo : Division des relevés hydrologiques du Canada (DRHC), Yellowknife (T.N.-O.).

Table des matières

Liste des figures 4

Liste des tableaux 4

Liste des photos 5

Liste des annexes 5

Introduction 6

Régions de North Slave et de South Slave 9

- Limites géographiques 9
- Régimes hydrologiques 11

Aperçu hydrométrique 15

- Stations hydrométriques 15
- Données hydrométriques 17
  - *Taïga du Bouclier* 22
  - *Taïga des plaines* 24
  - *Plaine boréale* 26
  - *Bas-Arctique* 30
  - *Grand lac des Esclaves* 33
- Analyse de la fréquence des extrêmes 35

Conclusion 40

Remerciements 43

Références 44

Annexe A. Hydrogrammes des stations hydrométriques 47

Annexe B. Graphiques de la fréquence des crues 52

Liste des figures

Figure 1. Stations hydrométriques dans les régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.) .7
Figure 2. Bassins des cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.).....10
Figure 3. Écozones terrestres des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.).....12
Figure 4. Superficie des bassins et écoulement annuel moyen pour les cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave 21
Figure 5. Hydrogrammes pour la rivière Indin en amont du lac Chalco (1977-2002) 22
Figure 6. Précipitations au lac Pocket et à Salmita, 18 août – 28 septembre 1996.....23
Figure 7. Hydrogrammes pour la rivière Thoa près de l'entrée du lac Hill Island (1968-1995)..24
Figure 8. Hydrogrammes pour la rivière La Martre en aval de la sortie du lac La Martre (1975-2000).....25
Figure 9. Hydrogrammes pour la rivière Whitesand près de la limite Alberta/T.N.-O. (1986-1994).....26
Figure 10. Comparaison des débits annuels maximums et minimums de la rivière des Esclaves avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett (les valeurs de 1968 à 1971 ne sont pas incluses).....28
Figure 11. Comparaison des débits quotidiens moyens de la rivière des Esclaves avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett 28
Figure 12. Hydrogrammes pour la rivière des Esclaves à Fitzgerald (de 1972 à 2002).....28
Figure 13. Hydrogrammes pour la Petite rivière Buffalo en aval de la route n° 5 (1965-1994)...30
Figure 14. Hydrogrammes pour la rivière Coppermine à la sortie du lac Point (1965-2002).....31
Figure 15. Hydrogrammes pour la rivière Thonokied près de l'embouchure (1980-1990).....32
Figure 16. Hydrogrammes pour la rivière Lockhart à la sortie du lac Artillery (1944-2002).....33
Figure 17. Graphique de surface de l'hydrogramme annuel moyen des apports d'eau totaux dans le Grand lac des Esclaves (GLE) et graphique linéaire de l'écoulement du lac. Le graphique représente le pourcentage des apports d'eau de la rivière des Esclaves et de 13 autres bassins groupés (figure et analyse des données par D. Faria).....34
Figure 18. Comparaison des niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves à la baie Yellowknife avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett et le remplissage 35
Figure 19. Distribution de fréquence des crues pour la rivière des Esclaves à Fitzgerald (1972-2002).....38
Figure 20. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Lockhart à la sortie du lac Artillery (1946-1948, 1963-2002) 39
Figure 21a. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Hanbury en amont du lac Hoare (1977-2002), incluant 1991.....40
Figure 21b. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Hanbury en amont du lac Hoare (1977-2002), n'incluant pas 1991 40

Liste des tableaux

Tableau 1. Stations hydrométriques, coordonnées géographiques et périodes d'exploitation 16
Tableau 2. Résumé des statistiques sur les écoulements.....19
Tableau 3. Résultats des analyses de fréquence d'après la distribution théorique de Pearson (stations présentant des données pour 20 ans ou plus).....36

Liste des photos

Photo 1. Affleurement rocheux à la rivière Cameron (T.N.-O.) 16
Photo 2. Jauge hydrométrique au ruisseau Baker, à la sortie du lac Martin d'aval 17
Photo 3. Jauge à la rivière Indin en amont du lac Chalco, novembre 2002 25
Photo 4. Rivière La Martre – Chutes, avril 2001 27
Photo 5. Rivière des Esclaves à Fitzgerald – vue vers l'amont depuis la jauge 29
Photo 6. Rivière Lockhart – vue de la jauge et du contrôle hydraulique, juin 2002 35

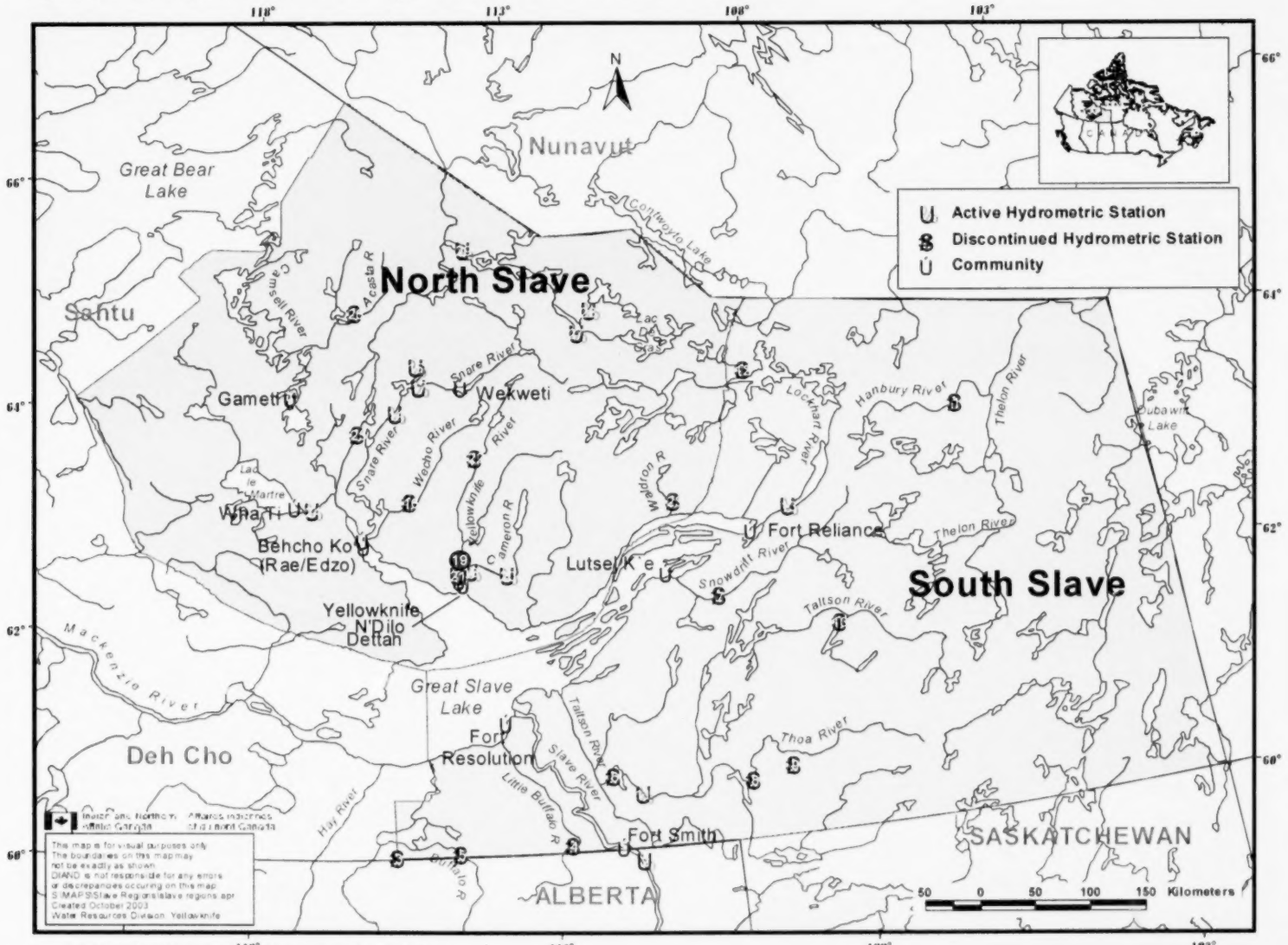
Liste des annexes

Annexe A. Hydrogrammes des stations hydrométriques 49
Annexe B. Graphiques de la fréquence des crues 54

Introduction

Le présent rapport vise à fournir un aperçu général des données sur les quantités d'eau recueillies dans les régions de North Slave et de South Slave dans les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-.O.). Aux fins du rapport, ces régions sont délimitées par des limites administratives non officielles. À partir de 1921, la Division des relevés hydrologiques d'Environnement Canada a exploité des stations hydrométriques sur les cours d'eau de ces régions; treize d'entre elles sont actuellement exploitées (figure 1). Dans le présent rapport, des données hydrométriques de 29 stations sont présentées sous la forme d'hydrogrammes des valeurs annuelles moyennes, d'hydrogrammes des valeurs extrêmes d'une année et de statistiques de base. En outre, les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves sont brièvement examinés. À l'aide de la distribution théorique de Pearson, des analyses de la fréquence des crues ont été complétées pour les stations pour lesquelles on disposait de données s'échelonnant sur au moins vingt ans. Le rapport présente également une brève comparaison des valeurs de rendement des bassins entre les régions du Grand lac des Esclaves et les affluents de la région des monts Mackenzie.

Figure 1. Stations hydrométriques dans les régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.)



Aperçu hydrologique des régions de North Slave et de South Slave

N° sur la carte	Description des stations (les stations exploitées sont en caractères gras)
1	Rivière Hanbury en amont du lac Hoare
2	**Rivière des Esclaves à Fitzgerald**
3	Rivière Whitesand près de la limite de l'Alberta et des T.N.-O.
4	Petite rivière Buffalo en aval de la route n° 5
5	Rivière Buffalo près de la limite de l'Alberta et des T.N.-O.
6	Rivière Taltson à la sortie du lac Tsu
7	Rivière Snowdrift à la sortie du lac Siltaza
8	Rivière Thoa près de l'entrée du lac Hill Island
9	Rivière Marten en amont de la rivière Thoa
10	Sortie du lac Porter
11	**Rivière Taltson en aval du barrage hydro-électrique**
12	Rivière Thonokied près de l'embouchure
13	**Rivière Lockhart à la sortie du lac Artillery**
14	**Rivière Snare en aval de la rivière Ghost**
15	**Rivière Indin en amont du lac Chalco**
16	Rivière Wecho à la sortie du lac Inglis
17	**Rivière Snare en amont du lac Indin**
18	**Rivière Yellowknife à la sortie du lac Prosperous**
19	Ruisseau Baker près de Yellowknife
20	**Rivière Cameron en aval du lac Reid**
21	**Ruisseau Baker à la sortie du lac Martin d'aval**
22	Rivière Yellowknife à la sortie du lac Carp d'aval
23	Rivière Waldron près de l'embouchure
24	**Rivière La Martre en aval de la sortie du lac La Martre**
25	Rivière Emile à la sortie du lac Basler
26	Rivière Acasta en amont du Petit lac Crapeau
27	**Rivière Coppermine en aval du lac Desteffany**
28	**Rivière Yamba en aval du lac Daring**
29	**Rivière Coppermine à la sortie du lac Point**

Régions de North Slave et de South Slave

Limites géographiques

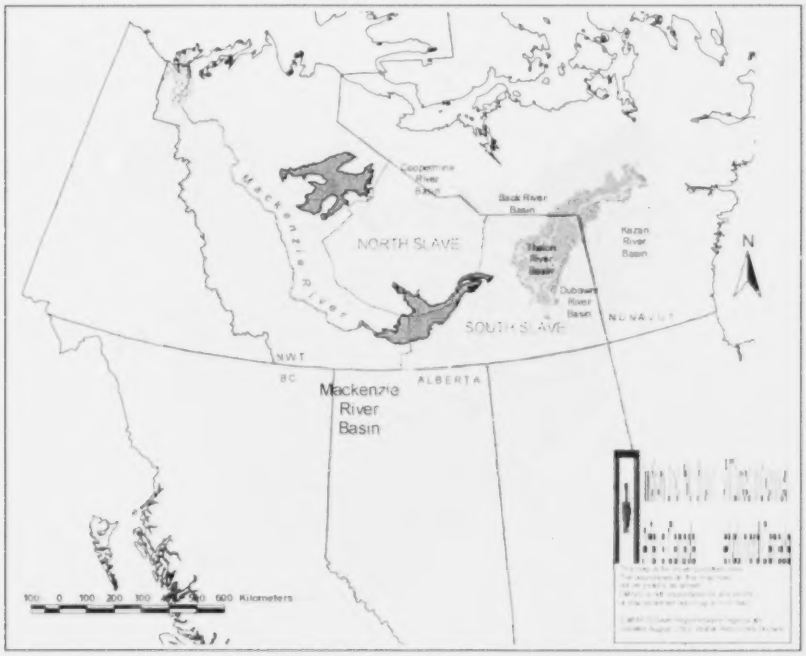
La plupart des cours d'eau qui coulent dans les régions de North slave et de South Slave se trouvent à l'intérieur du bassin du fleuve Mackenzie (figure 2). D'une superficie d'environ 1,7 million de km^2, le bassin du fleuve Mackenzie est le plus vaste au Canada. Ses eaux s'écoulent sur plus de 4000 km, depuis des affluents dans les montagnes Rocheuses en Colombie-Britannique jusqu'à son delta dans les T.N.-O., où le fleuve se déverse dans la mer de Beaufort. Depuis son exutoire du Grand lac des Esclaves, le fleuve Mackenzie s'écoule en direction nord sur environ 1750 km. Le fleuve a un débit annuel moyen d'environ 9000 m^3/s, ce qui le place au deuxième rang au Canada, derrière le fleuve Saint-Laurent.

Il y a cinq autres bassins de cours d'eau dans les régions de North Slave et de South Slave (figure 2). Les cours amont du bassin de la rivière Coppermine sont situés dans la partie nord-est de la région de North Slave. La rivière s'écoule vers le nord-ouest, d'abord dans les Territoires du Nord-Ouest, puis au Nunavut où elle se jette dans le golfe du Couronnement. La rivière Hanbury fait partie du cours amont du bassin de la rivière Thelon, située à l'angle nord-est de la région de South Slave. Au-delà des limites de son bassin dans les T.N.-O., la rivière Thelon s'écoule vers l'est dans le refuge faunique Thelon avant de se jeter éventuellement dans la baie d'Hudson, en passant d'abord par le lac Baker et la baie Chesterfield, au Nunavut.

Les cours amont des rivières Back, Dubawnt et Kazan sont situés dans les zones nord et est de la région de South Slave. Chacune de ces rivières traverse ensuite le Nunavut. Alors que la rivière Back s'écoule en direction nord vers la baie Chantrey à l'est de la presqu'île Adelaide, la rivière Dubawnt se jette dans la rivière Thelon au lac Beverly et la rivière Kazan s'écoule vers le nord pour se déverser dans le lac Baker. Bien que les jauges hydrométriques de ces trois rivières soient situées dans le Nunavut, le présent rapport n'en fait pas d'autre mention. L'*Aperçu hydrologique du Nunavut* sera bientôt disponible (Richea et Kokelj, en préparation).

À l'exception des rivières Coppermine, Acasta et Hanbury, tous les cours d'eau dont il est question dans le rapport se déversent dans le Grand lac des Esclaves. La rivière Acasta se jette dans la rivière Camsell qui coule vers le nord, laquelle se déverse ensuite dans le Grand lac de l'Ours (figure 1), alors que, tel que mentionné précédemment, la rivière Coppermine se déverse dans le golfe du Couronnement et la rivière Hanbury se jette dans la rivière Thelon.

Figure 2. Bassins des cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.)



Cette carte n'est présentée qu'à titre d'illustration. Les limites territoriales ne sont pas nécessairement exactes. Le MAINC n'est pas tenu responsable des erreurs ou des inexactitudes qui peuvent y paraître.

Créé en août 2003, Division des ressources hydrauliques

Étant donné que les négociations de revendication territoriale se poursuivent, les limites des régions de North Slave et de South Slave ne sont pas définitives. Les limites indiquées sur les figures 1, 2 et 3 sont approximatives et servent uniquement à déterminer

À l'exception des rivières Coppermine, Acasta et Hanbury, tous les cours d'eau dont il est question dans le rapport se déversent dans le Grand lac des Esclaves. La rivière Acasta se jette dans la rivière Camsell qui coule vers le nord, laquelle se déverse ensuite dans le Grand lac de l'Ours (figure 1), alors que, tel que mentionné précédemment, la rivière Coppermine se déverse dans le golfe du Couronnement et la rivière Hanbury se jette dans la rivière Thelon.

Figure 2. Bassins des cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.)

Cette carte n'est présentée qu'à titre d'illustration. Les limites territoriales ne sont pas nécessairement exactes. Le MAINC n'est pas tenu responsable des erreurs ou des inexactitudes qui peuvent y paraître.

Créé en août 2003, Division des ressources hydrauliques

Étant donné que les négociations de revendication territoriale se poursuivent, les limites des régions de North Slave et de South Slave ne sont pas définitives. Les limites indiquées sur les figures 1, 2 et 3 sont approximatives et servent uniquement à déterminer

les zones générales dont il est question dans le présent rapport. Elles ne sont pas destinées à représenter des limites politiques ni des limites territoriales.

Dans l'ensemble, les régions de North Slave et de South Slave couvrent une vaste étendue géographique, s'étendant approximativement du nord au sud de 66°44' N. à 60°00' N., et entre 102°00' O. et 121°20' O. d'est en ouest. La superficie approximative des deux régions combinées est de 482 274 km^2.

Yellowknife, Dettah, N'Dilo, Behcho Ko (Rae-Edzo), Wha Ti (Lac LaMartre), Gameti (Rae Lakes) et Wekweti (Snare Lake) sont au nombre des communautés situées dans la région de North Slave. Fort Smith, Fort Resolution, Lutsel K'e et Fort Reliance sont toutes situées dans la région de South Slave (figure 1).

Régimes hydrologiques

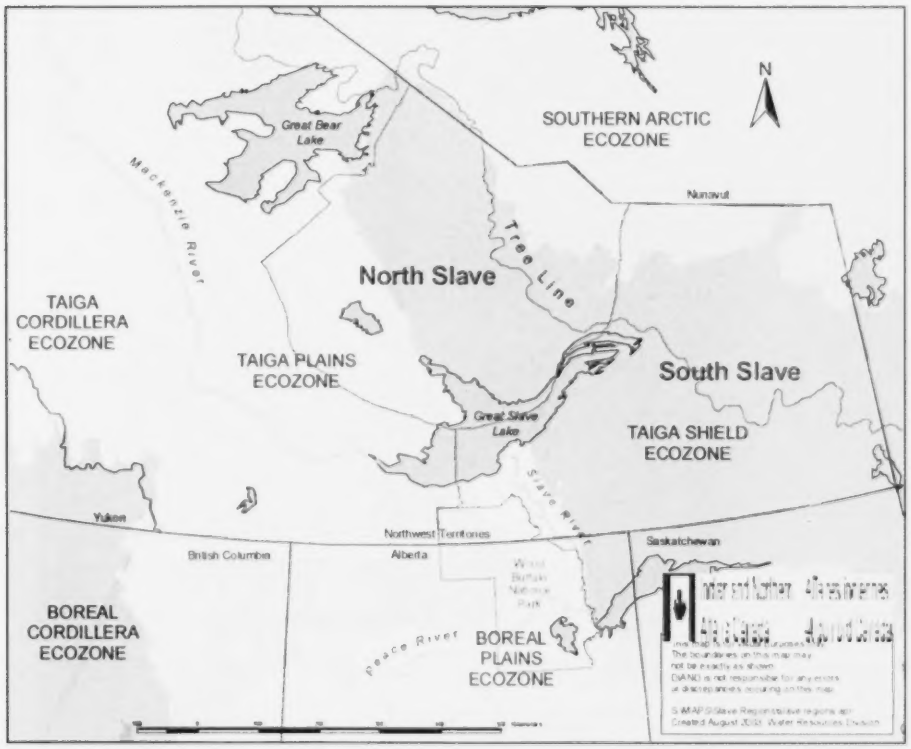
Une combinaison de nombreux facteurs détermine un régime hydrologique, dont la géologie, la topographie, l'altitude, le climat, le pergélisol, le bassin versant et la couverture végétale. Dans les T.N.-O., la capacité disponible d'emmagasinement en surface dans les lacs et les terres humides a un important rôle à jouer dans la caractérisation des régimes hydrologiques (Wedel et coll., 1992). Dans la région de North Slave, la plupart des cours d'eau coulent vers le sud, se déversant dans le Grand lac des Esclaves, alors que, dans la partie ouest de la région de South Slave, la plupart des cours d'eau coulent vers le nord et se déversent dans le lac. Par contre, dans la partie est de la région de South Slave, la majeure partie des bassins de cours d'eau se draine éventuellement dans la baie d'Hudson.

L'écozone terrestre principale est l'écozone de la taïga du Bouclier, caractérisée par le substratum précambrien du Bouclier canadien (figure 3). En raison de l'affouillement glaciaire, la région présente d'innombrables lacs et cours d'eau, ainsi que des sols généralement minces et grossiers (Environnement Canada, 2001a). Le long de la limite ouest des deux régions, se trouve une zone qui fait partie de l'écozone de la taïga des

plaines, caractérisée par de vastes basses terres, terres humides et plateaux (Environnement Canada, 2001a). Dans les parties est et nord des régions de North Slave et de South Slave, respectivement, s'étend une petite zone qui appartient à l'écozone du Bas-Arctique, caractérisée par un pergélisol continu, des arbustes, des prés, des eskers et de nombreux lacs et étangs (Environnement Canada, 2001a). Une bande étroite de l'écozone de la plaine boréale se prolonge vers le nord le long de la vallée de la rivière des Esclaves jusqu'à la rive sud du Grand lac des Esclaves. De basses vallées comme celle-ci traversent des plaines légèrement onduleuses, tandis que, dans les T.N.-O., la vallée est bordée à l'est par la taïga du Bouclier. La rivière des Esclaves se termine en un vaste delta (8300 km^2), dont le point d'origine se trouve près de Fort Smith. Depuis 8070 BP jusqu'à aujourd'hui, l'alluvionnement y était d'environ 20,7 m/année (Vanderburgh et Smith, 1988). La superficie du delta actuel est d'environ 640 km^2.

Figure 3. Écozones terrestres des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.)

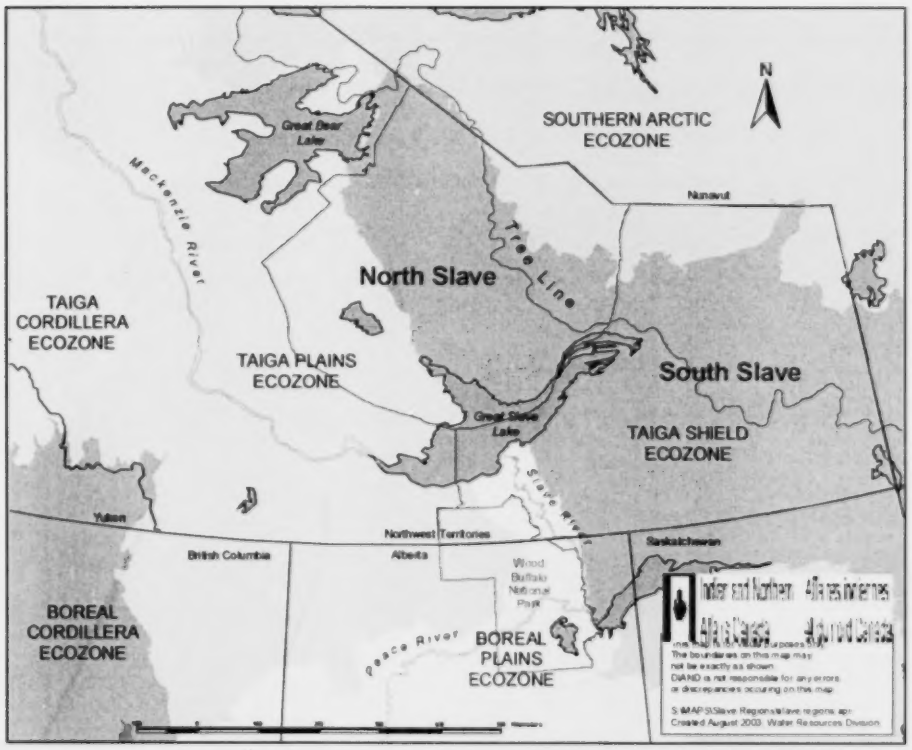
Cette carte n'est présentée qu'à titre d'illustration. Les limites territoriales ne sont pas nécessairement exactes. Le MAINC n'est pas tenu responsable des erreurs ou des inexactitudes qui peuvent y paraître.
Créé en août 2003, Division des ressources hydrauliques



plaines, caractérisée par de vastes basses terres, terres humides et plateaux (Environnement Canada, 2001a). Dans les parties est et nord des régions de North Slave et de South Slave, respectivement, s'étend une petite zone qui appartient à l'écozone du Bas-Arctique, caractérisée par un pergélisol continu, des arbustes, des prés, des eskers et de nombreux lacs et étangs (Environnement Canada, 2001a). Une bande étroite de l'écozone de la plaine boréale se prolonge vers le nord le long de la vallée de la rivière des Esclaves jusqu'à la rive sud du Grand lac des Esclaves. De basses vallées comme celle-ci traversent des plaines légèrement onduleuses, tandis que, dans les T.N.-O., la vallée est bordée à l'est par la taïga du Bouclier. La rivière des Esclaves se termine en un vaste delta (8300 km^2), dont le point d'origine se trouve près de Fort Smith. Depuis 8070 BP jusqu'à aujourd'hui, l'alluvionnement y était d'environ 20,7 m/année (Vanderburgh et Smith, 1988). La superficie du delta actuel est d'environ 640 km^2.

Figure 3. Écozones terrestres des régions de North Slave et de South Slave (T.N.-O.)

Cette carte n'est présentée qu'à titre d'illustration. Les limites territoriales ne sont pas nécessairement exactes. Le MAINC n'est pas tenu responsable des erreurs ou des inexactitudes qui peuvent y paraître.
Créé en août 2003, Division des ressources hydrauliques



Aperçu hydrologique des régions de North Slave et de South Slave

Les régions de North Slave et de South Slave se situent principalement à l'intérieur de la zone de pergélisol discontinu. Le pergélisol influe sur le cycle hydrologique de nombreuses façons. Par exemple, lorsqu'il est riche en glace, le pergélisol peut agir comme une barrière à l'infiltration d'eau, laissant ainsi plus d'eau à la surface pour divers processus comme l'évaporation, l'absorption par les plantes ou le ruissellement direct de surface dans les cours d'eau. Cela peut entraîner un important ruissellement sur les pentes (Woo, 1986) et des hausses rapides des niveaux d'eau des cours d'eau. Dans ces régions, la végétation est principalement caractérisée par des forêts claires d'arbres rabougris, avec une petite partie de forêt boréale dans la vallée de la rivière des Esclaves et la toundra arctique au nord et à l'est.

Une recherche limitée a été effectuée dans l'écozone de la taïga du Bouclier sur les coefficients de ruissellement. Le ruissellement direct a été défini comme « ...la partie du ruissellement qui entre dans le cours d'eau rapidement après une chute de pluie ou la fonte de la neige » (Chow, 1964); par conséquent le coefficient de ruissellement peut se définir comme le coefficient de ruissellement direct par rapport au volume total de précipitations reçues. Dans le passé, on pensait que, dans les zones occupées par d'importants affleurements rocheux, les coefficients de ruissellement seraient élevés puisqu'on supposait que le substratum rocheux était relativement imperméable à l'infiltration (Spence et Woo, 2002). Des recherches récentes indiquent plutôt que, dans le Bouclier, les coefficients de ruissellement sont très variables en raison de plusieurs facteurs physiographiques et climatiques, comme la quantité de sol, la largeur d'ouverture des fractures, l'intensité des précipitations et l'évaporation qui influencent toutes directement l'emmagasinement et l'infiltration et, par conséquent, influencent indirectement le ruissellement (Spence et Woo, 2002). Spence et Woo (2002) ont mesuré sur des parcelles d'essai des coefficients de ruissellement qui variaient de 0 à 0,68.

Photo 1. Affleurement rocheux à la rivière Cameron (T.N.-O.) (Photo : D.L. Bicknell, AINC)

Le climat des régions de North Slave et de South Slave est principalement de type subarctique, pour lequel la température moyenne du mois le plus chaud est supérieure à 10 °C, mais au plus quatre mois ont une température moyenne supérieure à 10 °C (Krauss, 1996). Une petite partie des deux régions se situe dans la zone de climat arctique, dont la température moyenne du mois le plus chaud est inférieure à 10 °C (Bone, 1992). Le climat est caractérisé par des étés frais et des conditions sèches; les températures moyenne à Yellowknife sont de –27,9 °C en janvier et de 16,5 °C en juillet, alors que les précipitations totalisent 267 mm (Environnement Canada, 2001b). À Fort Smith, la température moyenne est de –25,4 °C en janvier et de 16,3 °C en juillet, et les précipitations totalisent 353 mm; à Fort Reliance, la température moyenne de janvier est de –28,8 °C et celle de juillet est de 14,2 °C, alors que les précipitations totalisent 273 mm (Environnement Canada, 2001b). Une bonne partie des précipitations annuelles est emmagasinée pendant plusieurs mois sous forme de neige et, par conséquent, le ruissellement à la fonte des neiges au printemps est un élément dominant de la plupart des hydrogrammes des cours d'eau régionaux.

Aperçu hydrométrique

Stations hydrométriques

Un réseau de stations hydrométriques munies de jauges de cours d'eau permet de quantifier l'hydrologie de surface de ces régions. Actuellement, 13 jauges hydrométriques sont exploitées dans les cours d'eau (tableau 1). En outre, il existe des données provenant de 16 autres stations qui ne sont plus exploitées. Les données sur les écoulements des cours d'eau utilisées dans le présent rapport incluent jusqu'en 2002 les données de la base de données HYDAT d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2003a; 2003b).

Photo 2. Jauge hydrométrique au ruisseau Baker, à la sortie du lac Martin d'aval
(Photo : Division des relevés hydrologiques du Canada (DRHC), Yellowknife (T.N.-O.))

Huit stations fermées et une station ouverte des régions de North Slave et de South Slave ne sont pas mentionnées dans le présent rapport. La plupart de ces stations ont été exploitées pendant de brèves périodes aux emplacements de barrages hydro-électriques. Par conséquent, les données représentent un régime d'écoulement très régularisé et ne sont pas représentatives des conditions naturelles dans le bassin. Toutefois, quelques

stations incluses dans l'analyse mesurent l'écoulement en aval de barrages hydro-électriques. On estimait que les données sur l'écoulement à ces stations étaient encore influencées par des facteurs environnementaux naturels, même si leur influence relative était probablement réduite par les barrages. Les jauges situées en aval d'ouvrages régulateurs sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1. Stations hydrométriques, coordonnées géographiques et périodes d'exploitation
(les stations exploitées sont en caractères gras; celles qui ont un ouvrage régulateur sont marquées d'un astérisque

Description des stations	Id. de la station	Latitude	Longitude	Superficie du bassin (km^2)	Période d'exploitation†
R. Hanbury en amont du lac Hoare	06JB001	63°35'29"	105°09'13"	5770	1971-2002
R. des Esclaves à Fitzgerald *	**07NB001**	**59°52'20"**	**111°35'0"**	**606000**	**1921-2002**
R. Whitesand près de la limite Alberta/T.N.-O.	07PA002	60°0'17"	115°34'44"	3410	1986-1994
Petite rivière Buffalo en aval de la route n° 5	07PB002	60°03'01"	112°41'52"	3330	1965-1994
R. Buffalo près de la limite Alberta/T.N.-O.	07PC001	60°00'49"	114°31'32"	4350	1987-1994
R. Taltson à la sortie du lac Tsu *	07QA001	60°38'59"	111°56'49	58700	1952-1997
R. Snowdrift à la sortie du lac Siltaza	07QB002	62°10'21"	109°51'39"	9110	1976-1991
R. Thoa près de l'entrée du lac Hill Island	07QC003	60°30'18"	109°38'56"	8830	1968-1995
R. Marten en amont de la rivière Thoa	07QC004	60°36'14"	108°58'43	738	1977-1990
Sortie du lac Porter	07QD006	61°48'57"	107°52'11"	2050	1983-1990
R. Taltson en aval du barrage hydro-électrique *	**07QD007**	**60°28'01"**	**111°30'46"**	**non disponible**	**1994-2002**
R. Thonokied près de l'embouchure	07RC001	64°08'49"	108°55'02"	1780	1980-1990
R. Lockhart à la sortie du lac Artillery	**07RD001**	**62°53'41"**	**108°28'03"**	**26600**	**1944-2002**
R. Snare en aval de la rivière Ghost	**07SA002**	**63°58'27"**	**115°26'00**	**13300**	**1947-2002**
R. Indin en amont du lac Chalco	**07SA004**	**64°23'16"**	**115°01'19"**	**1520**	**1977-2002**
R. Wecho à la sortie du lac Inglis	07SA005	63°10'43"	115°11'53"	3400	1983-1995
R. Snare en amont du lac Indin	**07SA008**	**64°12'01"**	**114°58'02**	**7880**	**1999-2002**
R. Yellowknife à la sortie du lac Prosperous *	**07SB002**	**62°32'44"**	**114°09'50"**	**16300**	**1937-2002**
Ruisseau Baker près de Yellowknife	07SB009	62°30'30"	114°21'38"	126	1968-1982
R. Cameron en aval du lac Reid	**07SB010**	**62°29'27"**	**113°31'23"**	**3630**	**1975-2002**
Ruisseau Baker à la sortie du lac Martin d'aval	**07SB013**	**62°30'48"**	**114°24'34"**	**121**	**1983-2002**
R. Yellowknife à la sortie du lac Carp d'aval	07SB019	63°33'21"	113°58'39"	4800 E	1999-2001

R. Waldron près de l'embouchure	07SC002	63°02'46"	110°28'41"	1830	1979-1994
R. La Martre en aval de la sortie du lac La Martre	**07TA001**	**63°06'29**	**116°58'26**	**13900**	**1975-2002**
R. Emile à la sortie du lac Basler	07TB001	63°47'44"	116°07'16"	4850	1978-1997
R. Acasta en amont du Petit lac Crapeau	10JA004	64°52'32"	116°08'30"	2280	1980-1994
R. Coppermine en aval du lac Desteffany	**10PA001**	**64°36'57"**	**111°57'17"**	**6110 E**	**1994-2002**
R. Yamba en aval du lac Daring	**10PA002**	**64°48'24"**	**111°40'41"**	**3100 E**	**2000-2002**
R. Coppermine à la sortie du lac Point	**10PB001**	**65°24'52"**	**114°00'29"**	**19300 E**	**1965-2002**

†Pas toujours une période d'exploitation continue; E – estimée.

Données hydrométriques

Des statistiques hydrologiques de base ont été calculées à partir des données sur les écoulements quotidiens; ces statistiques sont présentées au tableau 2. Pour chaque station, l'écoulement annuel total a été établi pour chaque année complète de données et l'écoulement annuel moyen total a été calculé (tableau 2). Le rendement annuel du bassin est obtenu en divisant la superficie drainée du bassin en amont de la jauge par l'écoulement annuel total à la jauge. Le rendement du bassin d'un cours d'eau est l'écoulement annuel du cours d'eau exprimé sous la forme de la profondeur de l'eau par unité de superficie du bassin (mm/année). Toutes les superficies de bassin utilisées dans le présent rapport sont basées sur la superficie de drainage en amont de l'emplacement de la jauge dans le cours d'eau. Le débit, la superficie et le rendement d'un bassin constituent des statistiques utiles pour la comparaison et la classification des bassins. Lorsqu'on dispose de seulement quelques années de données, des hydrogrammes annuels moyens peuvent clairement montrer des configurations des écoulements annuels élevés et faibles. Lorsqu'on dispose de données sur 20 ans ou plus, les valeurs des écoulements annuels élevés et faibles peuvent être extraites de ces hydrogrammes et utilisées pour une analyse de la fréquence des extrêmes (événements d'inondation).

Des hydrogrammes annuels sont inclus dans le présent rapport étant donné qu'ils constituent un moyen efficace d'illustrer l'hydrologie du bassin d'un cours d'eau. L'aire sous la courbe d'un hydrogramme complet donne le volume de l'écoulement annuel total ou le débit annuel total. Le volume de l'écoulement peut grandement varier d'un cours d'eau à l'autre (échelle de l'axe des y), mais la forme de la courbe illustre les influences

importantes sur l'écoulement et peut être utilisée pour caractériser le régime d'écoulement.

Un examen des données hydrométriques a été effectué pour chacune des stations des régions de North Slave et de South Slave. Les cours d'eau ont été comparés essentiellement en se basant sur l'écozone terrestre. On a choisi une ou deux stations dont les hydrogrammes sont représentatifs des régions et les écoulements annuels moyens ont été représentés graphiquement. Deux hydrogrammes annuels, représentant les années présentant les valeurs les plus élevées (max.) et les plus faibles (min.), sont également inclus. Certaines années anormales ont également été représentées graphiquement et sont brièvement discutées. Des hydrogrammes pour les autres stations sont présentés à l'annexe A.

Tableau 2. Résumé des statistiques sur les écoulements
(les stations qui ont un ouvrage régulateur sont marquées d'un astérisque *)

Description des stations	Nombre d'années †	Écoulement annuel moyen (m^3/s)	Écoulement annuel total moyen ($10^6 m^3/an$)	Superficie du bassin (km^2)	Rendement du bassin (mm/an)
R. Hanbury en amont du lac Hoare					
-incluant 1991	17	30,2	953	5770	165
-sans 1991	*16*	*28,9*	*911*		*158*
R. des Esclaves à Fitzgerald * (après le remplissage du réservoir, 1972-2002)	31	3410,7	107560	606000	177
R. Whitesand près de la limite Alberta/T.N.-O.	6	21,0	661	3410	194
Petite rivière Buffalo en aval de la route n° 5	5	3,4	107	3330	32
R. Buffalo près de la limite Alberta/T.N.-O.	4	21,1	665	4350	153
R. Taltson à la sortie du lac Tsu * (après la construction du barrage, 1966-1997)	29	185,8	5858	58700	100
R. Snowdrift à la sortie du lac Siltaza	13	416	1313	9110	144
R. Thoa près de l'entrée du lac Hill Island	24	43,5	1371	8830	155
R. Marten en aval de la rivière Thoa	11	5,1	160	738	217
Sortie du lac Porter	8	10,2	322	2050	157
R. Taltson en aval du barrage hydro-électrique *	7	199,4	6287	non disponible	-
R. Thonokied près de l'embouchure	5	9,4	295	1780	166
R. Lockhart à la sortie du lac Artillery	38	123,3	3887	26600	146
R. Snare en aval de la rivière Ghost	19	60,1	1895	13300	142
R. Indin en amont du lac Chalco	25	8,0	253	1520	166
R. Wecho à la sortie du lac Inglis	11	9,7	306	3400	90
R. Snare en amont du lac Indin	4	39,6	1250	7880	159
R. Yellowknife à la sortie du lac Prosperous *	15	40,8	1285	16300	79
Ruisseau Baker près de Yellowknife	11	0,2	5	126	37
R. Cameron en aval du lac Reid	26	6,2	194	3630	54
Ruisseau Baker à la sortie du lac Martin d'aval	18	0,2	8	121	63
R. Yellowknife à la sortie du lac Carp d'aval	1	données insuffisantes	données insuffisantes	4800 E	données insuffisantes
R. Waldron près de l'embouchure	16	6,4	202	1830	111
R. La Martre en aval de la sortie du lac La Martre	26	31,7	1000	13900	72
R. Emile à la sortie du lac Basler	18	15,9	500	4850	103
R. Acasta en amont du Petit lac Crapeau	14	11,7	370	2280	162
R. Coppermine en aval du lac Desteffany	4	31,7	999	6110 E	163
R. Yamba en aval du lac Daring	2	19,4	612	3100 E	197
R. Coppermine à la sortie du lac Point	34	109,5	3454	19300 E	179

† Nombre d'années pour lesquelles on dispose d'enregistrements complets E – Valeur estimée

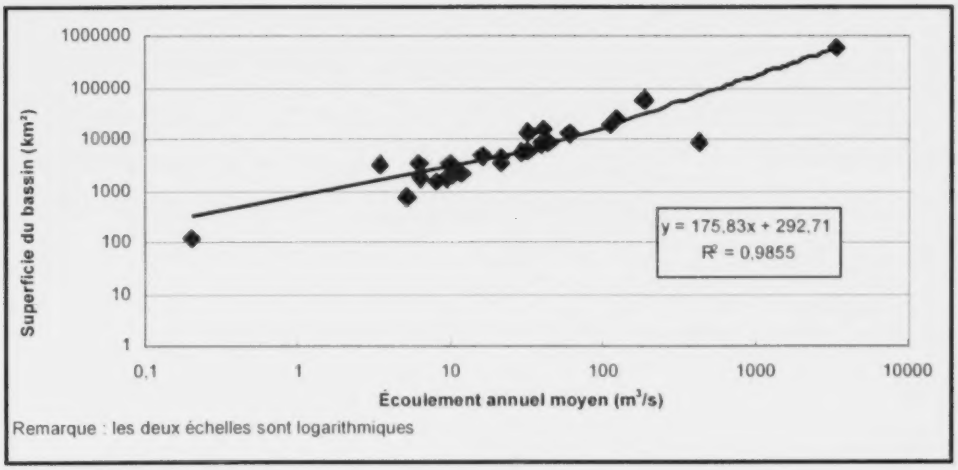
Pour la plupart des stations, la forme de l'hydrogramme annuel moyen est typique d'un régime nival subarctique (Church, 1974) : la plus faible production de ruissellement des bassins de drainage se produit à la fin de l'hiver, juste avant la fonte printanière; la plus importante contribution aux débits annuels provient de la fonte printanière de la neige accumulée pendant l'hiver; alors qu'un transfert de l'eau des cours d'eau à l'emmagasinement sous forme de glace se produit au cours de l'englacement. Pour les bassins dans la partie nord-est des régions de North Slave et de South Slave, il est possible que la fonte « printanière » habituelle ne se produise pas avant juillet, en raison des conditions climatiques arctiques. Ces débits de pointe peuvent toutefois se produire à n'importe quel moment entre la fin avril et le début septembre, selon la variabilité annuelle des précipitations (neige et pluie). La réponse d'un bassin à des événements de pluie varie selon un certain nombre de facteurs, dont la topographie du bassin, sa capacité d'emmagasinement, le climat et les conditions d'humidité antécédentes (conditions antérieures à une chute de pluie). En général, les débits de pointe de la crue printanière des cours d'eau qui coulent vers le nord jusqu'au Grand lac des Esclaves, dans la région de South Slave, se produisent vers la fin mai, alors que, habituellement, les débits de pointe des cours d'eau qui coulent vers le sud, dans la région de North Slave, ne se produisent pas avant la fin juin. Pour les cours d'eau du bassin de la rivière Coppermine, les pointes d'écoulement de la crue printanière se produisent généralement entre la mi-juin et la mi-juillet.

En général, on peut prévoir des valeurs de rendement plus élevées pour les bassins qui reçoivent de plus grandes quantités de précipitations et qui ont des capacités moindres d'emmagasinement. Ainsi, il y a plus d'eau de ruissellement et moins de volume d'emmagasinement pour la retenir. La présence de pergélisol riche en glace près de la surface peut contribuer à augmenter les rendements des bassins, puisqu'il limite la capacité d'infiltration, favorisant ainsi le ruissellement vers les cours d'eau (Church, 1974). Bien que les valeurs de rendement soient très variables pour les cours d'eau étudiés (variant de 32 à 217 mm/an; valeur médiane de 153 mm/an), les valeurs se situent toutes bien en deçà de la valeur moyenne déterminée pour les stations de jaugeage des affluents, du mont Mackenzie au fleuve Mackenzie (316 mm/an), qui s'écoulent depuis l'écozone de la taïga de la Cordillère (Kokelj, 2001). En général, les cours d'eau des

régions de North Slave et de South Slave ont une capacité d'emmagasinement plus élevée, des pertes par évaporation plus élevées dans les zones d'emmagasinement et des précipitations plus faibles que celles enregistrées dans la taïga de la Cordillère.

Il est difficile d'établir des comparaisons des valeurs de rendement à l'intérieur des écozones des régions de North Slave et de South Slave (taïga du Bouclier, taïga des plaines, plaine boréale, Bas-Arctique), étant donné que les zones ne sont pas toutes bien représentées. En outre, il y a une importante variabilité entre les bassins à l'intérieur de chacune des écozones. L'emplacement d'une station de jaugeage à l'intérieur d'un bassin peut également influer sur les valeurs de rendement puisque, comme on l'a mentionné précédemment, une grande capacité d'emmagasinement en amont peut amener une diminution des rendements. Il existe un rapport étroit entre l'écoulement annuel moyen aux emplacements des jauges hydrométriques à l'intérieur des régions de North Slave et de South Slave et les superficies respectives de leurs bassins, avec un coefficient de régression de 0,986 (figure 4).

Figure 4. Superficie des bassins et écoulement annuel moyen pour les cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave



Taïga du Bouclier

La rivière Indin fait partie du bassin de la rivière Snare, quoique la station hydrométrique se situe en amont de l'aménagement hydro-électrique. Jusqu'à maintenant, la jauge, située en amont du lac Chalco, a fourni des données pour 25 années complètes et une année partielle. Étant donné la capacité d'emmagasinement relativement faible des lacs en amont, les débits de pointe atteints à la mi-juin, lors de la crue printanière, déclinent assez rapidement (figure 5). L'hydrogramme de 1996 démontre que des chutes de pluie qui surviennent plus tard dans l'année peuvent entraîner d'importantes augmentations des débits. Les quantités de précipitations enregistrées entre le 18 août (jour julien 231) et le 28 septembre 1996 (jour julien 272) par deux pluviomètres dans la région de North Slave sont illustrées à la figure 6. Au cours de cette période, 101 mm de pluie sont tombés au lac Pocket (62°30' N. et 114°24' O.), tandis que 69 mm de pluie sont tombés à Salmita (64°03' N. et 111°11' O.). Les valeurs moyennes des précipitations sur huit ans pour la même période sont respectivement de 57 mm et de 54 mm. Les quantités relativement importantes des précipitations reçues au cours de l'automne 1996 se reflètent également dans les hydrogrammes d'autres cours d'eau de la région de North Slave (p. ex. la rivière Snare, la rivière Emile; voir l'annexe A).

Figure 5. Hydrogrammes pour la rivière Indin en amont du lac Chalco (1977-2002)

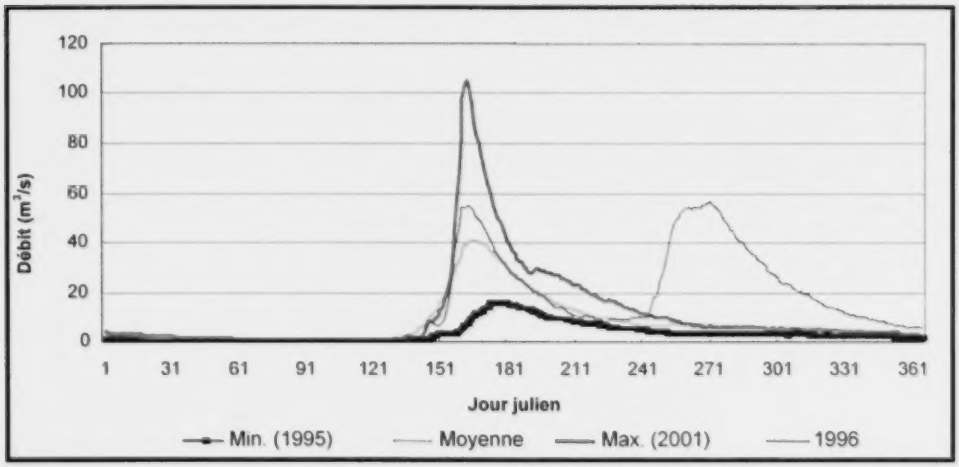


Figure 6. Précipitations au lac Pocket et à Salmita, 18 août – 28 septembre 1996

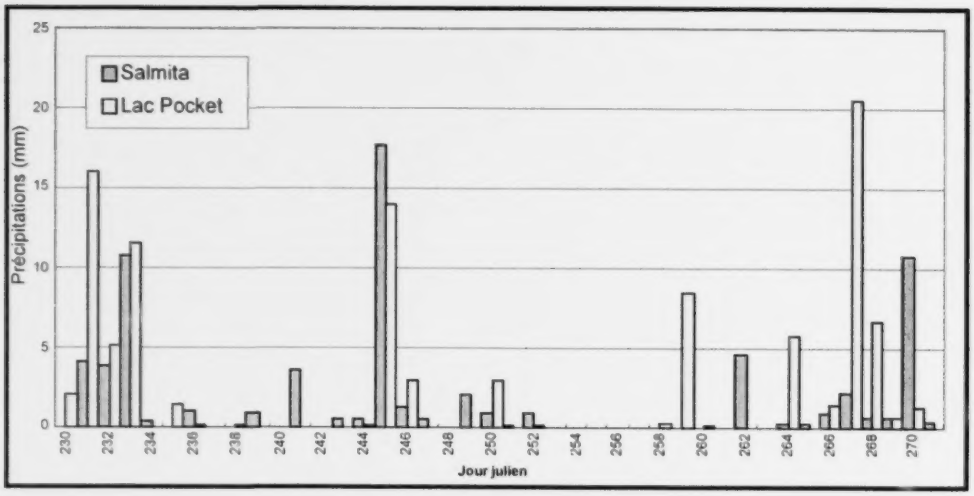
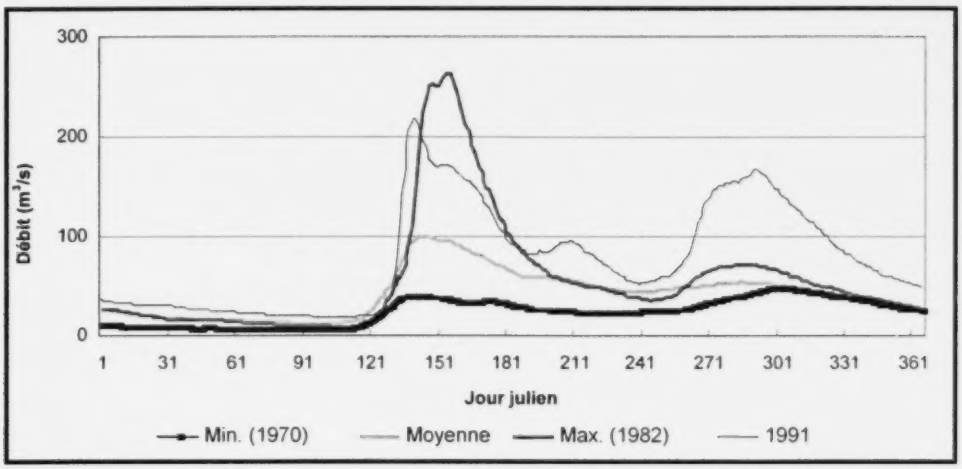


Photo 3. Jauge à la rivière Indin en amont du lac Chalco, novembre 2002 (Photo : DRHC, Yellowknife (T.N.-O.)

La jauge exploitée sur la rivière Thoa a fourni des données pendant 24 années complètes et quatre années partielles. Elle a été installée afin d'évaluer le fonctionnement de la centrale hydro-électrique de la rivière Taltson. La pointe de la crue printanière se produit habituellement à la fin mai et se caractérise par une rapide augmentation et une diminution plus graduelle des débits d'eau (figure 7). Bien que la principale source de

l'écoulement provienne de la fonte de la neige, il apparaît évident par l'observation de l'hydrogramme annuel moyen et l'hydrogramme de 1991 que les chutes de pluie peuvent donner lieu à des pointes secondaires beaucoup plus tard dans l'année.

Figure 7. Hydrogrammes pour la rivière Thoa près de l'entrée du lac Hill Island (1968-1995)



Taïga des plaines

La jauge de la rivière La Martre se situe en aval de la sortie du lac La Martre, juste au nord-ouest du bras nord du Grand lac des Esclaves. Installée à l'origine dans le but d'évaluer le potentiel hydro-électrique, la jauge a fourni des données pour 26 années complètes et deux années partielles (figure 8). L'emplacement de la jauge à la sortie d'un grand lac apparaît évident lorsqu'on examine les hydrogrammes des valeurs moyennes et annuelles. À l'exception de très petites variations, les augmentations et les diminutions des écoulements tendent généralement à être assez lentes et constantes, alors que des pointes se produisent habituellement au printemps. Comme on l'a noté pour la rivière Indin, la pointe tardive de l'hydrogramme de 1996 indique que de grandes quantités de précipitations ont été reçues dans le bassin au cours de l'automne de cette année-là.

Figure 8. Hydrogrammes pour la rivière La Martre en aval de la sortie du lac La Martre (1975-2000)

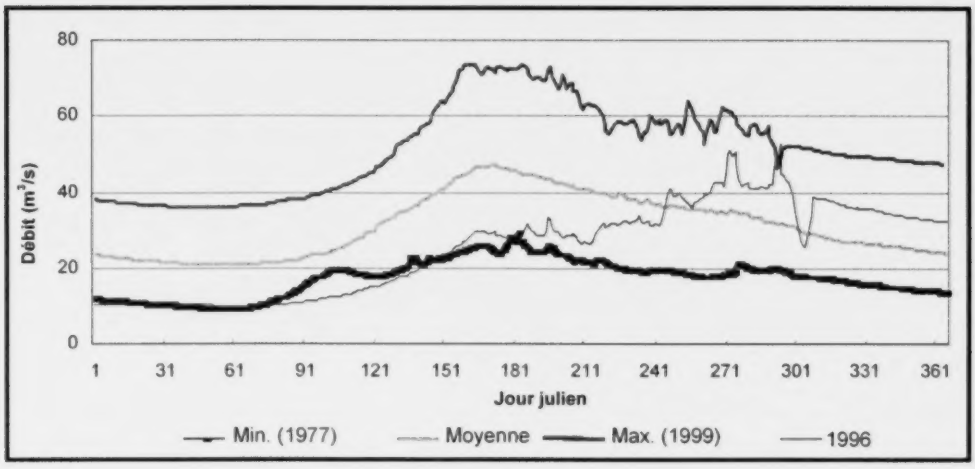
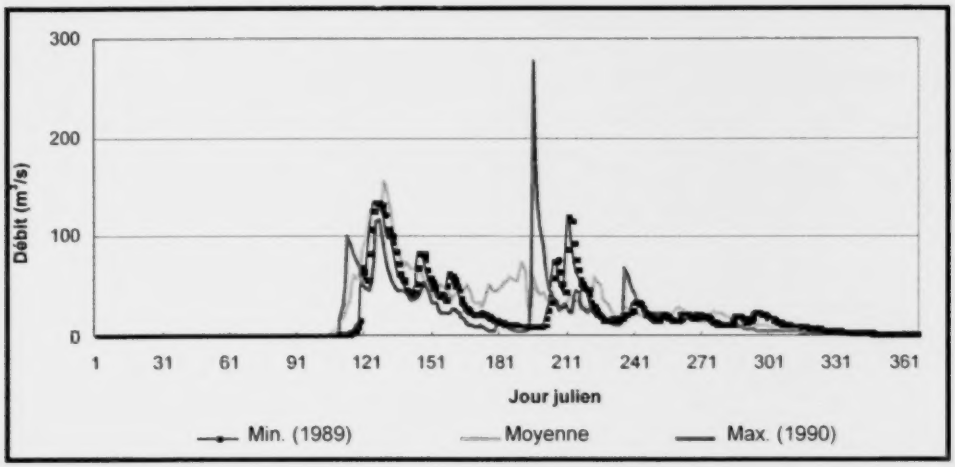


Photo 4. Rivière La Martre – Chutes, avril 2001 (Photo : DRHC, Yellowknife (T.N.-O.))

La jauge de la rivière Whitesand est située près de l'endroit où cette rivière qui coule vers le nord traverse la limite provinciale de l'Alberta et des T.N.-O. Ce bassin de superficie moyenne (3410 km^2) s'étend depuis les monts Caribou, dans le nord de l'Alberta, et ne renferme aucun lac de grande superficie. La faible capacité d'emmagasinement dans le bassin est mise en évidence dans les hydrogrammes annuels qui indiquent plusieurs pointes relativement prononcées, résultant à la fois de la fonte printanière et de chutes de pluie au cours de l'été (figure 9). L'hydrogramme annuel moyen illustre également ces pointes, alors que les événements annuels sont habituellement quelque peu atténués. Cela résulte aussi du fait que les données disponibles pour cet emplacement ne couvraient que

six années complètes et trois années partielles, de sorte que l'hydrogramme annuel moyen n'est basé que sur un petit nombre d'années.

Figure 9. Hydrogrammes pour la rivière Whitesand près de la limite Alberta/T.N.-O. (1986-1994)



Plaine boréale

La majorité des apports d'eau sont amenés au Grand lac des Esclaves par la rivière des Esclaves, avec un imposant bassin de 606 000 km^2 à l'emplacement de la jauge à Fitzgerald (Alberta) et un volume d'écoulement annuel moyen de près de 108 milliards de mètres cubes. La rivière coule sur approximativement 430 km depuis le delta des rivières de la Paix et Athabasca, jusqu'à ce qu'elle se déverse dans le Grand lac des Esclaves, y déposant des sédiments qui forment le delta de la rivière des Esclaves, d'une superficie d'environ 640 km^2 (Gouvernement de l'Alberta, 2001). Bien que la station hydrométrique soit elle-même située dans la province de l'Alberta, il importe de l'inclure dans le présent rapport en raison de l'importance de la rivière.

Photo 5. Rivière des Esclaves à Fitzgerald – vue vers l'amont depuis la jauge (Photo : DRHC, Yellowknife (T.N-O.))

La rivière des Esclaves compte pour plus de 75 % des apports d'eau dans le Grand lac des Esclaves. La rivière de la Paix constitue l'un des principaux affluents de la rivière des Esclaves. C'est sur cet affluent que se trouve le barrage W.A.C. Bennett, en Colombie-Britannique, dont la construction s'est terminée en 1967. Le remplissage du réservoir entre 1968 et 1971 a créé le réservoir Williston, d'une superficie de 177 300 hectares. Bien qu'on poursuive la recherche afin de déterminer les effets spécifiques sur ce bassin, de façon générale les barrages hydro-électriques atténuent les crues et augmentent les étiages en aval (figures 10 et 11). Depuis la fin des travaux de construction et de remplissage du barrage Bennett en 1971, le débit de pointe annuel moyen a diminué d'environ 18 %, alors que le débit d'étiage annuel moyen a augmenté d'environ 92 % (figure 10). Au total, on dispose de données pour 43 années complètes et 11 années partielles. Cependant, aux fins des analyses des données, les données ne sont incluses qu'à compter de 1971 (c.-à-d. tableau 2). Par conséquent, les données qui ont servi à dresser les hydrogrammes de la figure 12 ne commencent qu'en 1972.

Figure 10. Comparaison des débits annuels maximums et minimums de la rivière des Esclaves avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett (les valeurs de 1968 à 1971 ne sont pas incluses)

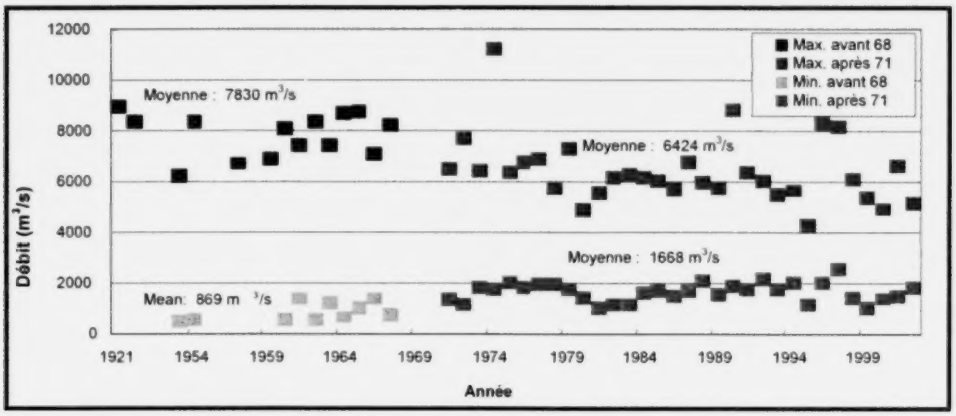


Figure 11. Comparaison des débits quotidiens moyens de la rivière des Esclaves avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett

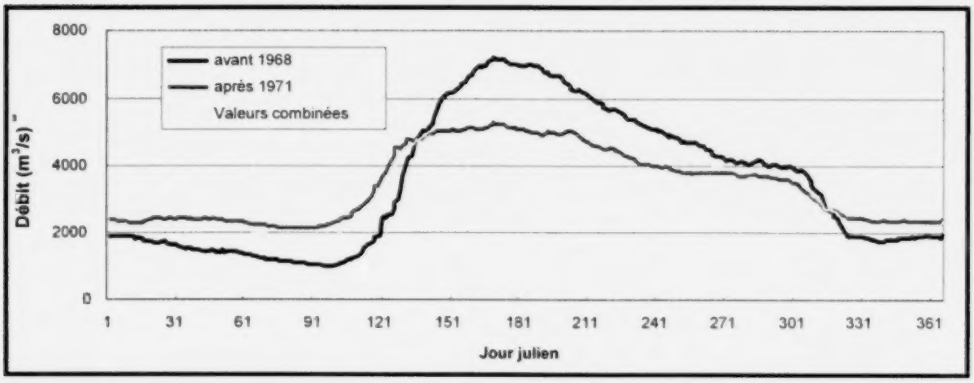
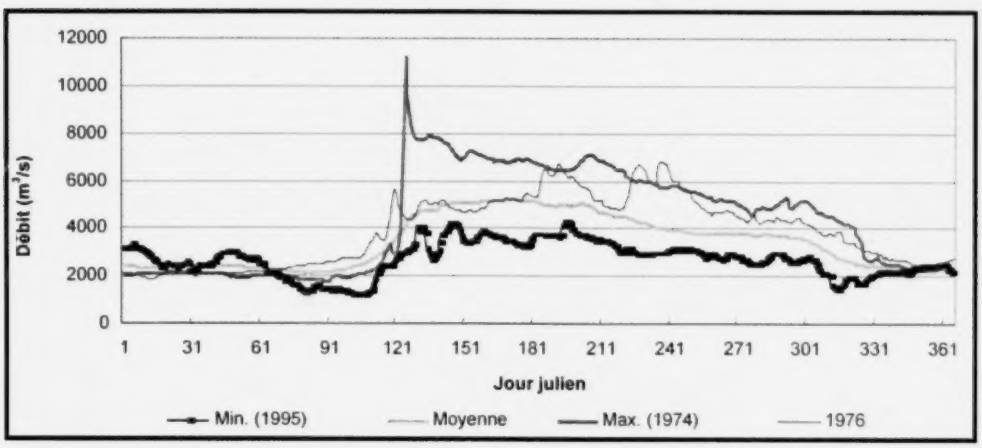
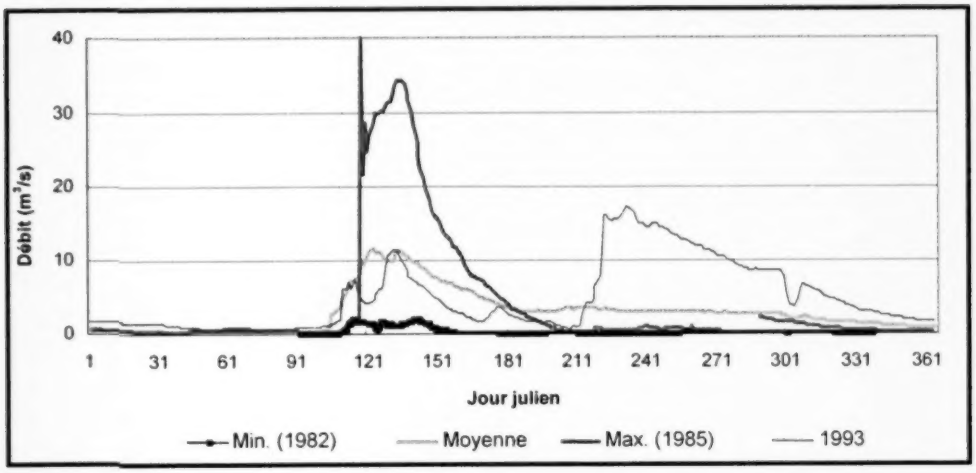


Figure 12. Hydrogrammes pour la rivière des Esclaves à Fitzgerald (de 1972 à 2002)



La superficie du bassin de la Petite rivière Buffalo couvre moins de 1 % de la superficie du bassin de la rivière des Esclaves. Le cours supérieur de la rivière se trouve en Alberta, à l'intérieur des limites du parc national Wood Buffalo. La région est caractérisée par un faible relief, un mauvais drainage, des cours d'eau sinueux, des lacs peu profonds et des marais (Parcs Canada, 2001). En aval, la rivière marque la limite nord-est du parc. Pour la jauge de la Petite rivière Buffalo, établie initialement en 1965 afin d'évaluer la conception d'un passage à niveau, on dispose de données pour cinq années complètes et 25 années partielles (figure 13). La crue printanière a lieu généralement à la mi-mai. C'est habituellement à ce moment que des débits de pointe se produisent, bien que d'abondantes chutes de pluie plus tard dans l'année puissent quelquefois donner lieu à des crues annuelles (p. ex. 1993). Pendant la fonte de la neige et les chutes de pluie, la partie ascendante de l'hydrogramme reflète une élévation généralement très brusque des débits, alors que la partie descendante indique une diminution plus progressive des débits.

Figure 13. Hydrogrammes pour la Petite rivière Buffalo en aval de la route n° 5 (1965-1994)



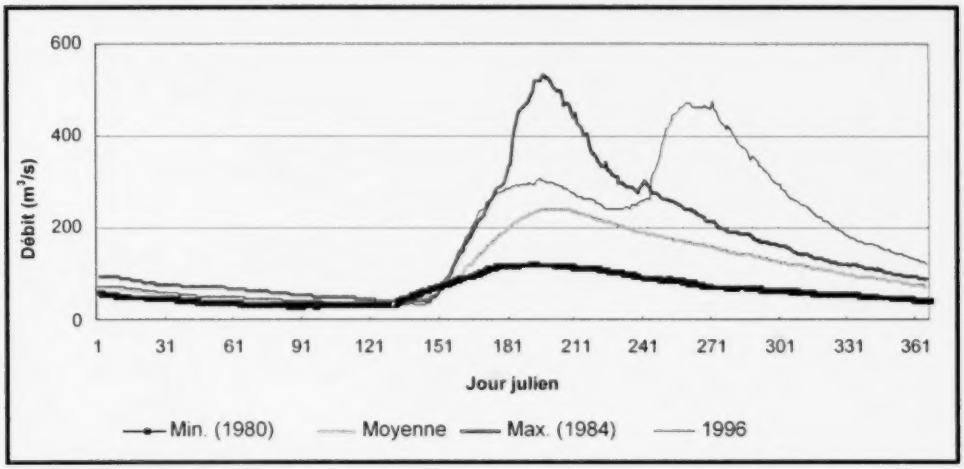
Bas-Arctique

Trois stations de jaugeage sont actuellement exploitées sur les cours d'eau dans la partie de l'écozone du Bas-Arctique qui se trouve dans les régions de North Slave et de South Slave; elles sont toutes situées à l'intérieur du bassin de la rivière Coppermine. Étant donné sa nature transfrontalière et l'exploitation actuelle et éventuelle à l'intérieur de son bassin, la rivière Coppermine a fait l'objet d'un rapport distinct auquel on devrait se référer pour plus de détails. Ce rapport s'intitule : *La rivière Coppermine : Aperçu du régime hydrique et de la qualité de l'eau* (Coulombe-Pontbriand, 1998).

La station hydrométrique située sur la rivière Coppermine à la sortie du lac Point a été installée en 1965 dans le cadre du programme national de relevés hydrométriques (*National Water Quantity Inventory*) et sert actuellement à la surveillance des écoulements transfrontaliers entre les T.N.-O. et le Nunavut. On dispose de données pour 34 années complètes et quatre années partielles pour cet emplacement (figure 14). Les débits de pointe de la rivière ont généralement lieu en juillet, lors de la fonte tardive de la neige et de la glace. La jauge est située directement en aval d'un vaste lac et la diminution subséquente de l'écoulement est généralement très progressive en raison de la capacité d'emmagasinement du lac. Les écoulements minimums se produisent habituellement à la fin du mois de mai, juste avant le début de la fonte printanière. Les

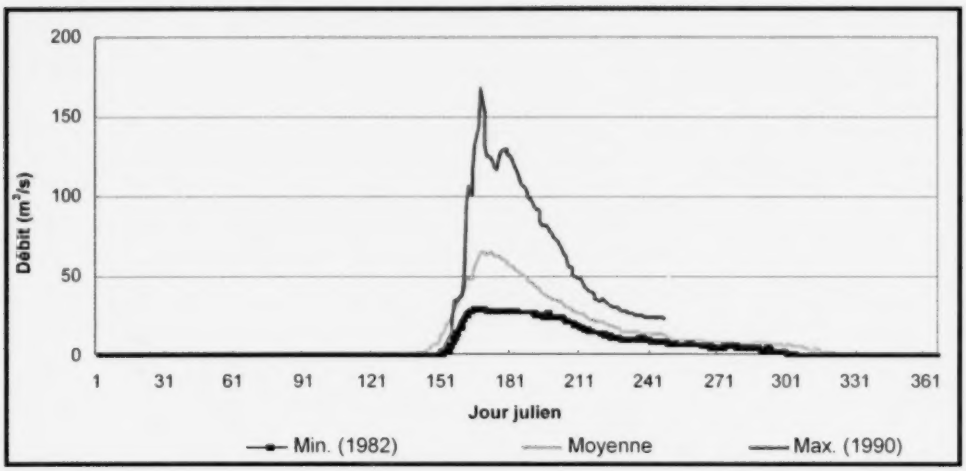
changements rapides de l'écoulement de la rivière sont dus aux précipitations, mais ne sont pas fréquents en raison de l'effet modérateur du lac Point. Toutefois, comme pour d'autres rivières de la région de North Slave (voir la discussion sur la rivière Indin), l'hydrogramme de 1996 représente les effets de grandes quantités de précipitations reçues dans la région à la fin de l'été et au début de l'automne.

Figure 14. Hydrogrammes pour la rivière Coppermine à la sortie du lac Point (1965-2002)



La jauge de la rivière Thonokied près de l'embouchure a été installée juste en amont du lac Aylmer, qui fait partie du bassin de la rivière Lockhart. Elle a été exploitée pendant une période de 11 ans, au cours de laquelle des données ont été recueillies pour cinq années complètes et six années partielles (figure 15). Une pointe d'écoulement due à la fonte des neiges se produisait généralement entre la mi-juin et la fin juin, après quoi il y avait une diminution relativement graduelle jusqu'aux débits d'étiage de l'hiver. Cependant, on a jugé que les données provenant de cette jauge étaient relativement de piètre qualité, étant donné que l'emplacement a été durement touché par la glace et que les bornes repères étaient instables (Wedel, 1991).

Figure 15. Hydrogrammes pour la rivière Thonokied près de l'embouchure (1980-1990)



Bien que la jauge de la rivière Lockhart soit située dans l'écozone de la taïga du Bouclier, une grande partie du bassin s'étend en amont de la limite des arbres dans une région de toundra et de transition toundra-forêt. Grâce à cette jauge, installée afin d'évaluer le potentiel hydro-électrique de la rivière, on dispose de données s'étendant sur l'une des plus longues périodes dans le nord, soit 38 années complètes et neuf années partielles. La majeure partie du bassin est située au nord-est du Grand lac des Esclaves, se drainant presque dans le sens des aiguilles d'une montre vers l'extrémité la plus à l'est du lac. Son hydrogramme annuel moyen est très similaire en apparence aux hydrogrammes d'années individuelles (figure 16). La raison principale en est que la jauge est située en aval de plusieurs grands lacs, y compris le lac Artillery. La grande capacité d'emmagasinement en amont et la vaste superficie du bassin (26 600 km^2) servent à atténuer les écoulements pendant toute l'année, ce qui produit des hydrogrammes constants et de faible pente d'une année à l'autre. La plupart des événements de précipitations n'ont pas des répercussions suffisantes sur l'écoulement pour être visibles sur des hydrogrammes annuels.

Figure 16. Hydrogrammes pour la rivière Lockhart à la sortie du lac Artillery (1944-2002)

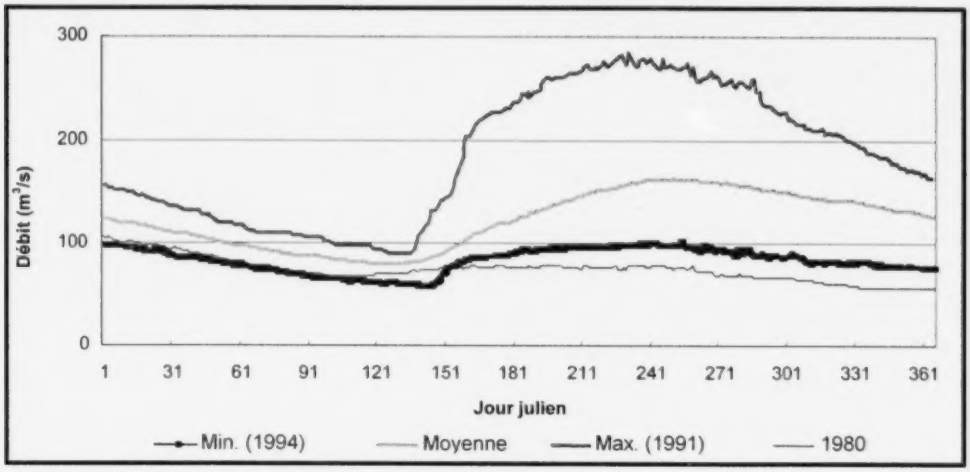


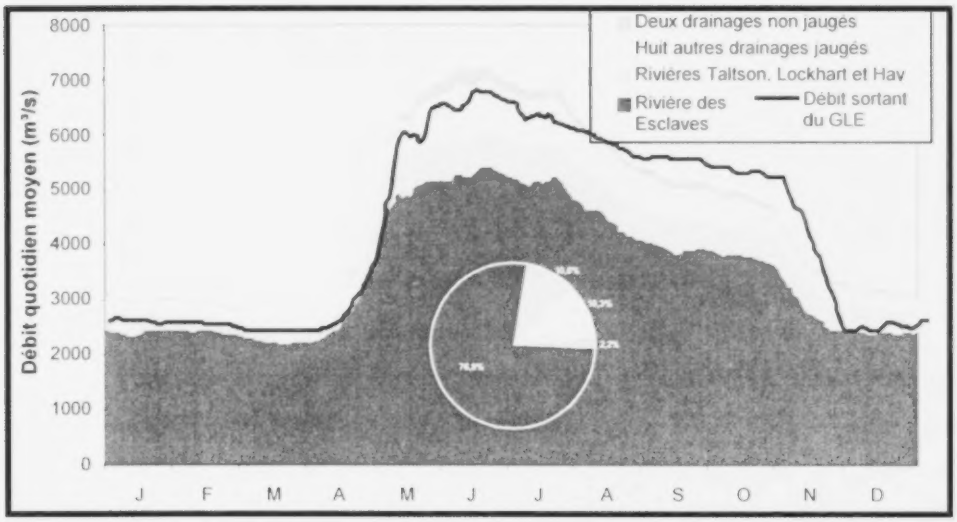
Photo 6. Rivière Lockhart – vue de la jauge et du contrôle hydraulique, juin 2002 (Photo : DRHC, Yellowknife (T.N.-O.))

Grand lac des Esclaves

Le Grand lac des Esclaves est le cinquième lac en importance en Amérique du Nord par sa superficie qui totalise 28 568 km^2. Il est également le lac le plus profond de l'Amérique du Nord, avec une profondeur moyenne de 73 m et une profondeur maximale de 614 m. Tel que mentionné précédemment, la rivière des Esclaves est le principal affluent du Grand lac des Esclaves, comptant pour environ 77 % du total des apports

d'eau (figure 17). Les rivières Taltson, Lockhart et Hay contribuent ensemble environ 11 % des apports d'eau, alors que 10 autres bassins hydrologiques contribuent les 12 % qui restent. La superficie considérable du lac atténue le débit sortant du fleuve Mackenzie, comme l'indique la jauge de Strong Point, par rapport aux écoulements maximums et minimums des affluents (figure 17).

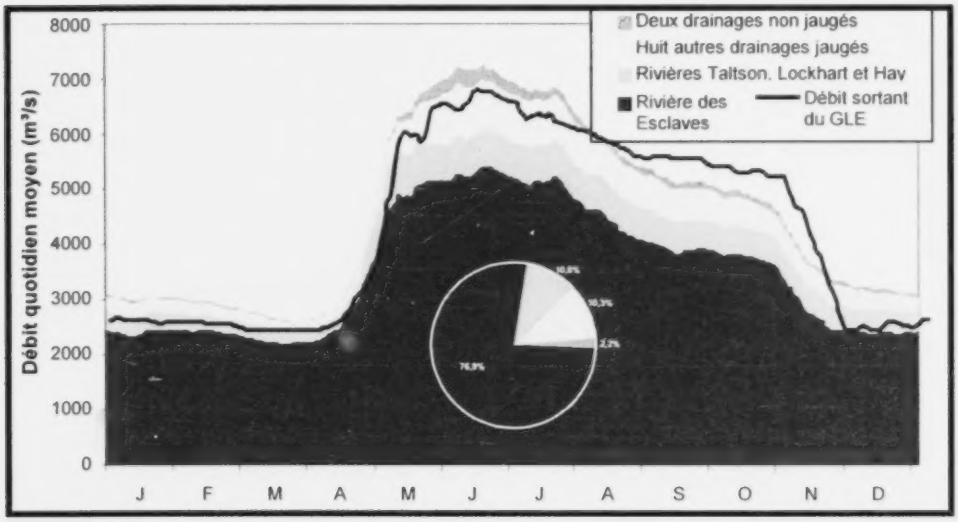
Figure 17. Graphique de surface de l'hydrogramme annuel moyen des apports d'eau totaux dans le Grand lac des Esclaves (GLE) et graphique linéaire de l'écoulement du lac. Le graphique représente le pourcentage des apports d'eau de la rivière des Esclaves et de 13 autres bassins groupés (figure et analyse des données par D. Faria)



Comme la majorité des apports d'eau sont amenés dans le lac par la rivière des Esclaves, par conséquent la gestion du réservoir Williston en amont de la rivière de la Paix et les précipitations reçues dans le nord de l'Alberta et de la Colombie-Britannique peuvent éventuellement influer sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves. En outre, les précipitations reçues dans la majeure partie des régions de North Slave et de South Slave ont relativement peu d'effets sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves. Alors que le niveau d'eau annuel moyen et le niveau d'eau minimum moyen ont augmenté, de 2 cm et de 3 cm respectivement, le niveau d'eau maximum moyen a diminué de 7 cm lorsqu'on compare les niveaux antérieurs à 1968 avec ceux d'après 1971, quand les travaux de construction du barrage Bennett et de remplissage ont été terminés (figure 18). Comme on pouvait le prévoir, les hydrogrammes des niveaux du lac paraissent aplatis

d'eau (figure 17). Les rivières Taltson, Lockhart et Hay contribuent ensemble environ 11 % des apports d'eau, alors que 10 autres bassins hydrologiques contribuent les 12 % qui restent. La superficie considérable du lac atténue le débit sortant du fleuve Mackenzie, comme l'indique la jauge de Strong Point, par rapport aux écoulements maximums et minimums des affluents (figure 17).

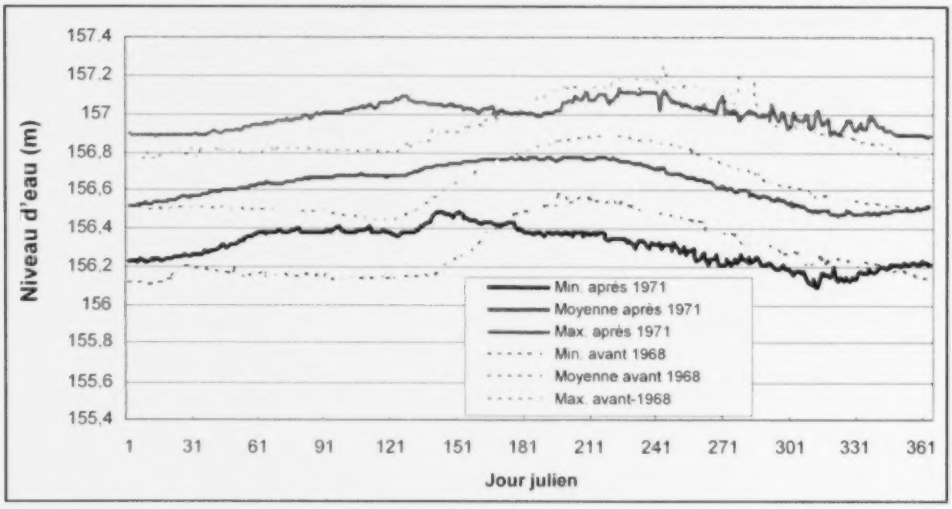
Figure 17. Graphique de surface de l'hydrogramme annuel moyen des apports d'eau totaux dans le Grand lac des Esclaves (GLE) et graphique linéaire de l'écoulement du lac. Le graphique représente le pourcentage des apports d'eau de la rivière des Esclaves et de 13 autres bassins groupés (figure et analyse des données par D. Faria)



Comme la majorité des apports d'eau sont amenés dans le lac par la rivière des Esclaves, par conséquent la gestion du réservoir Williston en amont de la rivière de la Paix et les précipitations reçues dans le nord de l'Alberta et de la Colombie-Britannique peuvent éventuellement influer sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves. En outre, les précipitations reçues dans la majeure partie des régions de North Slave et de South Slave ont relativement peu d'effets sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves. Alors que le niveau d'eau annuel moyen et le niveau d'eau minimum moyen ont augmenté, de 2 cm et de 3 cm respectivement, le niveau d'eau maximum moyen a diminué de 7 cm lorsqu'on compare les niveaux antérieurs à 1968 avec ceux d'après 1971, quand les travaux de construction du barrage Bennett et de remplissage ont été terminés (figure 18). Comme on pouvait le prévoir, les hydrogrammes des niveaux du lac paraissent aplatis

puisque les volumes des apports d'eau de la rivière des Esclaves ont été atténués (figure 11). Comme on le mentionnait précédemment, on poursuit les efforts de recherche afin de déterminer l'ampleur des effets du barrage Bennett en aval, notamment sur les niveaux d'eau dans la rivière des Esclaves et dans le Grand lac des Esclaves.

Figure 18. Comparaison des niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves à la baie Yellowknife avant et après la construction du barrage W.A.C. Bennett et le remplissage



Analyse de la fréquence des extrêmes

La gestion des ressources hydriques requiert souvent une analyse de fréquence des événements hydrologiques extrêmes. L'exactitude de cette analyse augmente avec le nombre d'années pour lesquelles on dispose de données; la ligne directrice acceptée pour une analyse efficace stipule un minimum de 30 ans de données pour une station de jaugeage. Les périodes d'exploitation des stations étudiées dans le présent rapport varient grandement, de trois à 82 ans (tableau 1), ce qui reflète des changements des coûts logistiques, des priorités et des budgets alloués au fil des ans. Étant donné que très peu de stations offrent des données sur l'écoulement pour 30 ans ou plus, la période minimale acceptable pour l'analyse de fréquence a été réduite à 20 ans. Seules les années pour lesquelles on disposait d'enregistrements complets au cours de la période de débâcle et d'eau libre subséquente ont été utilisées pour l'analyse de fréquence afin de s'assurer

d'enregistrer l'écoulement annuel maximal. L'analyse a été appliquée aux jeux de données de dix stations (tableau 3).

Tableau 3. Résultats des analyses de fréquence d'après la distribution théorique de Pearson
(stations présentant des données pour 20 ans ou plus)

Description des stations	Rendement du bassin (mm/an)	Nombre d'années de données sur les crues	Crue à récurrence de 10 ans (m^3/s)	Crue à récurrence de 25 ans (m^3/s)	Crue à récurrence de 50 ans (m^3/s)	Crue à récurrence de 100 ans (m^3/s)	Écoulement maximum enregistré (m^3/s)
R. Hanbury en amont du lac Hoare -incluant 1991 *-n'incluant pas 1991*	165 *158*	21 *20*	287 *193*	421 *213*	537 *225*	662 *236*	660 *239* *(1992)*
R. des Esclaves à Fitzgerald (après le remplissage du réservoir du barrage 1972-2002)	177	31	8152	9281	10132	10985	11200 *(1974)*
R. Taltson à la sortie du lac Tsu (après la construction du barrage 1966-1997)	100	30	452	522	571	617	543 *(1988)*
R. Thoa près de l'entrée du lac Hill Island	155	24	208	248	276	303	264 *(1982)*
R. Lockhart à la sortie du lac Artillery	146	43	230	255	271	287	285 *(1991)*
R. Indin en amont du lac Chalco	166	25	78	92	102	111	105 *(2001)*
R. Cameron en aval du lac Reid	54	27	34	45	53	61	57 *(1991)*
Ruisseau Baker (données combinées)*	52	32	5	6	8	9	8 *(1991)*
R. La Martre en aval de la sortie du lac La Martre	72	26	68	74	78	81	74 *(1999)*
R. Coppermine à la sortie du lac Point	179	36	389	464	519	573	533 *(1984)*

*Les données pour deux stations sur le ruisseau Baker (07SB009 1968-1982, 07SB013 1983-2002) ont été combinées étant donné leur proximité et la similarité des données sur l'écoulement.

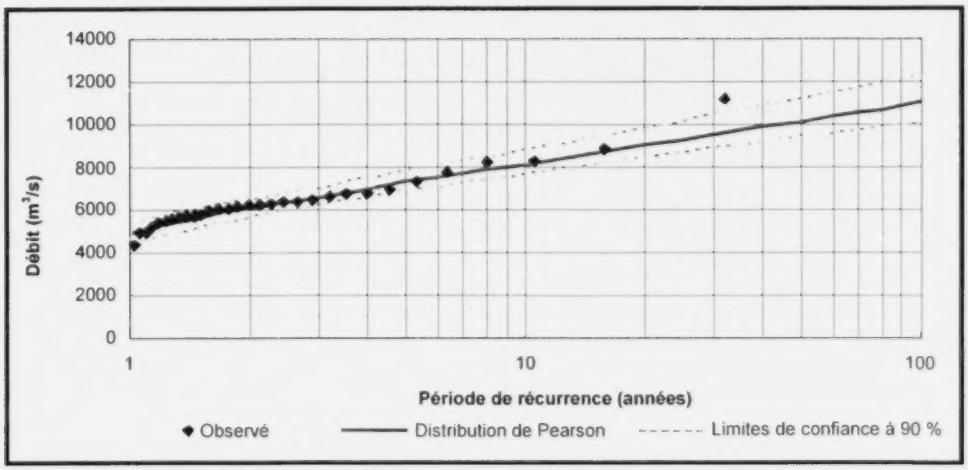
Les écoulements extrêmes (crues) peuvent avoir des répercussions importantes sur les activités des humains et les écosystèmes. Les données historiques sur les écoulements extrêmes annuels peuvent être utilisées pour prévoir la vraisemblance d'événements similaires par la technique de l'analyse de fréquence. La probabilité que soit atteint un écoulement donné est exprimée sous forme de période de récurrence, qui est l'intervalle de temps requis pour que cet écoulement soit dépassé une fois. Étant donné que la période pour laquelle on dispose de données est relativement courte, une distribution théorique a été utilisée pour calculer les probabilités de crues. Les techniques de distribution théorique utilisent la moyenne, l'écart type et l'asymétrie de l'écoulement annuel maximal observé pour évaluer la période de récurrence d'écoulements annuels maximums. La distribution théorique et les limites de confiance à 90 % ont été calculées à l'aide de la distribution théorique de Pearson, qui est grandement utilisée en hydrologie comme modèle statistique pour décrire les événements extrêmes (Chow, 1964; Maidment, 1993).

Bien que les estimations de la période de récurrence puissent être utiles pour planifier les activités et les aménagements à proximité des cours d'eau, il faut mentionner une limite à l'application de la technique. Les écoulements extrêmes annuels et leur période de récurrence correspondante suivent généralement une distribution caractéristique pour chaque cours d'eau, mais deux événements d'égale ampleur d'une période de récurrence donnée peuvent en fait se produire en moins de temps que prévu. En général, à mesure qu'on disposera de plus de données, la correspondance entre les données observées et la distribution théorique devrait s'améliorer.

Dans l'ensemble, la distribution théorique de Pearson correspond mieux à la distribution des valeurs observées pour les petits et moyens écoulements que pour les grands écoulements (figures 19 et 20, annexe B). Quoi qu'il en soit, seulement un très petit nombre (<20) de valeurs observées se situent hors des limites de confiance à 90 % pour les dix jeux de données examinés. À l'exception des valeurs pour la rivière Hanbury dont on traitera plus loin, la station de la rivière des Esclaves est la seule où l'écoulement le plus élevé jamais enregistré dépasse celui prévu pour 100 ans (tableau 3). La distribution théorique prévoit une période de récurrence d'environ 119 ans pour un écoulement de

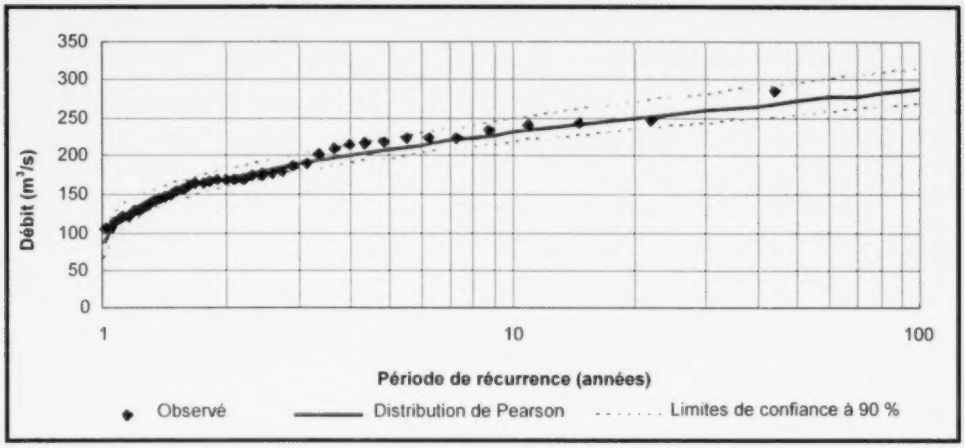
11 200 m^3/s, alors qu'il a été observé dans un jeu de données pour 31 ans (figure 19). Cet écoulement élevé résulte probablement d'une débâcle (dont on discutera plus longuement ci-après, relativement à la rivière Hanbury). Comme cette valeur a été enregistrée après la fin des travaux de construction du barrage W.A.C. Bennett en amont, il est possible que la pointe d'écoulement soit liée à des causes anthropiques, plutôt qu'à des conditions naturelles. L'écart important entre la période de récurrence prévue et celle observée devrait diminuer au fil du temps, à mesure que grossira le jeu de données observées.

Figure 19. Distribution de fréquence des crues pour la rivière des Esclaves à Fitzgerald (1972-2002)



Le jeu de données sur 43 ans pour la rivière Lockhart présente une très bonne correspondance entre les fréquences observées et les fréquences théoriques, puisque toutes les valeurs des fréquences observées se situent à l'intérieur des limites de confiance à 90 % de l'analyse (figure 20). Cela peut s'expliquer en partie du fait que la jauge est située en aval d'un ensemble de grands lacs qui contribuent à atténuer les valeurs des écoulements (voir la figure 16). La grande capacité d'emmagasinement disponible dans le bassin réduit la probabilité que des écoulements extrêmes (élevés ou faibles) se produisent, ce qui permet d'augmenter l'exactitude des prévisions sur les écoulements dont les périodes de récurrence sont plus élevées.

Figure 20. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Lockhart à la sortie du lac Artillery (1946-1948, 1963-2002)



Il importe de se familiariser avec les données lorsqu'on effectue une analyse de distribution des fréquences pour prévoir la période de récurrence du débit d'une rivière donnée, comme le démontrent les figures 21a et 21b pour la rivière Hanbury en amont du lac Hoare, située dans la partie nord de la région de South Slave. Le débit le plus élevé jusqu'à maintenant a été enregistré à la station en 1991 (660 m^3/s), soit plus du double de la deuxième valeur la plus élevée (239 m^3/s) enregistrée en 1992. Un embâcle qui retenait l'eau en amont de la jauge s'est éventuellement brisé, provoquant une élévation importante et très rapide des niveaux d'eau à la jauge. Cette pointe d'écoulement n'indique pas nécessairement un volume extrêmement élevé des eaux de fonte dans le bassin en 1991, mais représente plutôt une impulsion de courte durée qui est passée par la jauge à la suite d'une débâcle. L'inclusion de la valeur du débit de pointe de 1991 dans l'analyse de fréquence des crues pour la rivière Hanbury augmente beaucoup les valeurs des écoulements maximums prévus (tableau 3; figures 21a et 21b). Bien que la pointe d'écoulement de 1991 donne une vue exagérée des conditions générales du bassin cette année-là, elle représente néanmoins un instantané des niveaux d'eau à un moment particulier, à un endroit spécifique. Il est important de tenir compte du fait que des écoulements de cette ampleur seraient possibles, peu importe leur origine. Cette variation radicale des valeurs prévues, due à un seul événement observé, met en lumière l'importance d'avoir un plus grand ensemble de valeurs observées.

Figure 21a. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Hanbury en amont du lac Hoare (1977-2002), incluant 1991

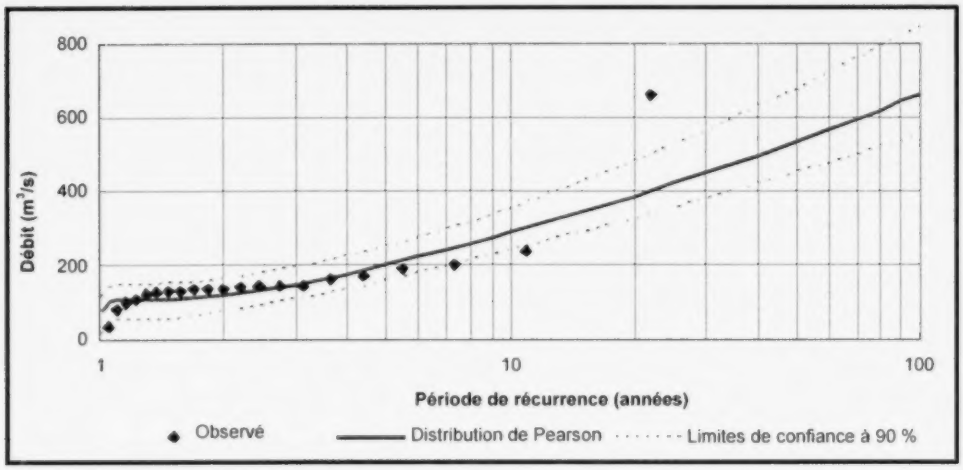
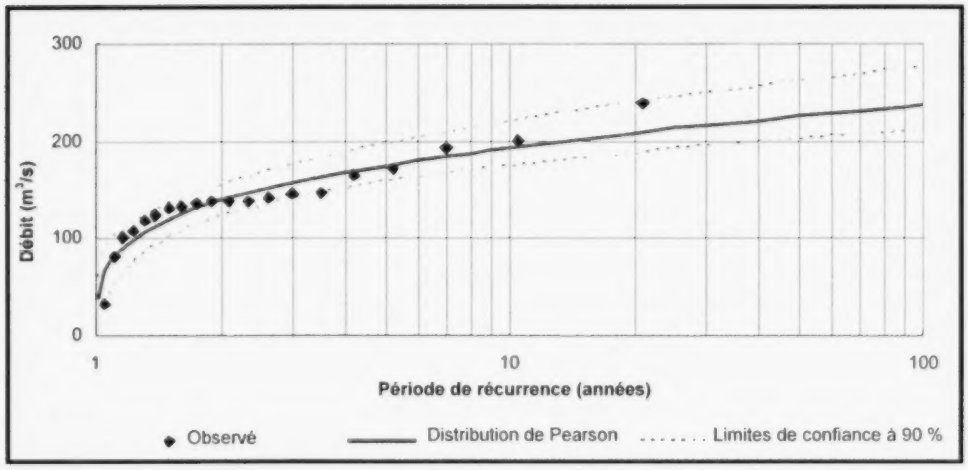


Figure 21b. Distribution de fréquence des crues pour la rivière Hanbury en amont du lac Hoare (1977-2002), n'incluant pas 1991



Conclusion

L'information contenue dans ce rapport est fondée sur les données enregistrées par 29 stations hydrométriques situées dans les régions de North Slave et de South Slave. La période d'exploitation des jauges varie de trois à 82 ans. À l'exception des rivières Coppermine, Acasta et Hanbury, les cours d'eau mentionnés dans le présent rapport se déversent dans le Grand lac des Esclaves. La rivière Acasta se draine dans la rivière

Camsell qui coule vers le nord, la rivière Coppermine se déverse dans le golfe du Couronnement, tandis que la rivière Hanbury se déverse dans la rivière Thelon. La taïga du Bouclier est la principale écozone terrestre présente dans les deux régions. Des recherches récentes indiquent que les coefficients de ruissellement dans le Bouclier sont très variables en raison de plusieurs facteurs physiographiques et climatiques qui influent directement sur l'emmagasinement et l'infiltration et, par conséquent, influencent indirectement le ruissellement (Spence et Woo, 2002). Un climat subarctique prévaut dans les régions de North Slave et de South Slave et la majeure partie du territoire fait partie de la zone de pergélisol discontinu. La plupart des cours d'eau sont caractérisés par un régime d'écoulement nival subarctique, ce qui signifie que la fonte printanière est la principale source d'eau et entraîne généralement des débits de pointe au printemps. Ces débits de pointe peuvent se produire à n'importe quel moment entre le mois d'avril et le début de septembre, selon la variabilité annuelle des précipitations (neige et pluie).

Bien qu'il y ait une grande variabilité des valeurs de rendement pour les cours d'eau à l'étude (variant de 32 à 217 mm/année), les valeurs sont toutes inférieures à la valeur moyenne pour les affluents jaugés du fleuve Mackenzie qui s'écoulent depuis les monts Mackenzie. En général, les cours d'eau des deux régions ont une capacité d'emmagasinement plus élevée, de plus grandes pertes par évaporation dans les zones d'emmagasinement et des quantités moindres de précipitations que les cours d'eau de la Cordillère.

La rivière des Esclaves a un bassin de superficie considérable (606 000 km^2), tandis que le volume de son écoulement annuel moyen est près de 108 milliards de mètres cubes. La rivière de la Paix constitue l'un des principaux affluents de la rivière des Esclaves. C'est sur cet affluent que se trouve le barrage W.A.C. Bennett, dont les travaux de construction et de remplissage se sont terminés en 1971. Bien que la recherche se poursuive pour déterminer certains des effets spécifiques de ce bassin, la moyenne de l'écoulement maximum annuel a diminué d'environ 18 %, alors que la moyenne de l'écoulement minimum annuel a augmenté de 92 % depuis 1971.

Le Grand lac des Esclaves est le plus profond des lacs de l'Amérique du Nord et le cinquième en importance par sa superficie. La superficie considérable du lac atténue le débit sortant du fleuve Mackenzie, comme l'indique la jauge de la pointe Strong, par rapport aux écoulements maximums et minimums des affluents. L'importance des apports d'eau de la rivière des Esclaves dans le lac (77 %) signifie que : la gestion du réservoir Williston en amont de la rivière de la Paix et les précipitations reçues dans le nord de l'Alberta et de la Colombie-Britannique peuvent influer sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves; et que les précipitations reçues dans la majeure partie des régions de North Slave et de South Slave ont peu d'effet sur les niveaux d'eau du Grand lac des Esclaves. Comme on pouvait s'y attendre, les hydrogrammes des niveaux du lac paraissent aplatis puisque les volumes des apports d'eau de la rivière des Esclaves ont été atténués.

Une analyse de fréquence des crues a été effectuée pour les cours d'eau où des données ont été enregistrées en continu pendant au moins 20 ans pour les périodes de débâcle et d'eau libre. Dans l'ensemble, la courbe de la distribution théorique de Pearson calculée pour chaque cours d'eau s'ajuste plutôt bien aux données observées, puisque seulement un petit nombre de données observées se situent à l'extérieur des limites de confiance à 90 %. Elle serait plus efficace si on disposait de données pour un plus grand nombre d'années.

Remerciements

L'auteur aimerait remercier Bob Reid et Derek Faria pour leur aide au cours de la rédaction du présent rapport. Bob a en outre fourni les données sur les précipitations pour le lac Pocket et Salmita, alors que Derek a fourni les valeurs des apports d'eau pour le Grand lac des Esclaves et les figures correspondantes. Les cartes numériques ont été complétées par Denise Bicknell, qui a également obtenu toutes les photos pour le rapport. L'aide apportée par les membres de la Division des relevés hydrologiques (Yellowknife) d'Environnement Canada pour la clarification des données a été indispensable à la réalisation du rapport. Plus particulièrement, l'auteur aimerait remercier Murray Jones pour avoir partagé ses connaissances sur les cours d'eau des régions de North Slave et de South Slave. Merci également à la Division des relevés hydrologiques du Canada pour l'utilisation de ses photos.

Références

Bone, R.M. (1992). *The geography of the Canadian North*. Oxford University Press, Don Mills, Ontario, 284 p.

Chow, V.T. (Ed.) (1964). *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, New York.

Church, M. (1974). « Hydrology and permafrost with reference to northern North America. » *Permafrost Hydrology, Proceedings of Workshop Seminar*, Canadian National Committee for International Hydrological Decade, Ottawa, 7-20.

Coulombe-Pontbriand, M. (1998). *La rivière Coppermine : Aperçu du régime hydrique et de la qualité de l'eau*. Division de la gestion des eaux, Affaires indiennes et du Nord canadien, Yellowknife (T.N.-O.), 49 p. + annexes.

Environment Canada. (2003a). *HYDAT : données sur les eaux de surface et sur les sédiments* (CD-Rom). Division des relevés hydrologiques du Canada, Service météorologique du Canada, Version 2001-2.02.

Faria, D. (2003). *Hydrological record for Yellowknife*. Rapport interne. Division des ressources hydrauliques, Affaires indiennes et du Nord Canada, Yellowknife (T.N.-O.), 11 p.

Kokelj, S.A. (2001). *Aperçu hydrologique dans les régions visées par le règlement de la revendication territoriale avec les Gwich'in et les peuples du Sahtu*. Division des ressources hydrauliques, Affaires indiennes et du Nord Canada, Yellowknife (T.N.-O.), 35 p.

Maidment, D.R. (Éd.) (1993). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, New York.

Richea, N. et Kokelj, S.A. (prévu pour 2004). *Hydrologic Overview of Nunavut*. Division des ressources hydrauliques, Affaires indiennes et du Nord Canada, Yellowknife (T.N.-O.).

Spence, C. et Woo, M.K. (2002). « Hydrology of subarctic Canadian Shield: Bedrock upland », *Journal of Hydrology*, 262, 111-127.

Vanderburgh, S. et Smith, D.G. (1988). « Slave River delta: geomorphology, sedimentology, and Holocene reconstruction », *Canadian Journal of Earth Sciences*, 25, 1990-2004.

Wedel, J.H. (1991). *INAC Network Evaluation: The Water Resources Management Perspective, Station Report Cards, Volume 3, Appendix B*. Préparé pour la Division des ressources hydrauliques, Affaires indiennes et du Nord Canada, Yellowknife (T.N.-O.), 75 p.

Wedel, J.H., Wedel, R.L. et Wedel, L.M. (1992). *NWT Hydrometric Station Regional Hydrology Analysis*. Pour la Division des ressources hydrauliques, Affaires indiennes et du Nord Canada, Yellowknife (T.N.-O.), 89 p.

Woo, M-K. (1986). « Permafrost hydrology in North America », *Atmosphere-Ocean*, 24, 201-234.

Pages Web

[Auteur/Organisation. Titre de la page. Date de la plus récente mise à jour. Date d'accès à l'information. URL.]

Environnement Canada. (2001a). Les écozones terrestres du Canada. 11 octobre 2001(a).

17 mai 2001. http://www.ec.gc.ca/soer/ree/English/vignettes/Terrestrial/terr.cfm

Environnement Canada. (2001b). Information climatique et hydrologique du Canada. 26 avril 2001(b).
3 janvier 2002. http://www.msc-smc.ec.gc.ca/climate/index_e.cfm

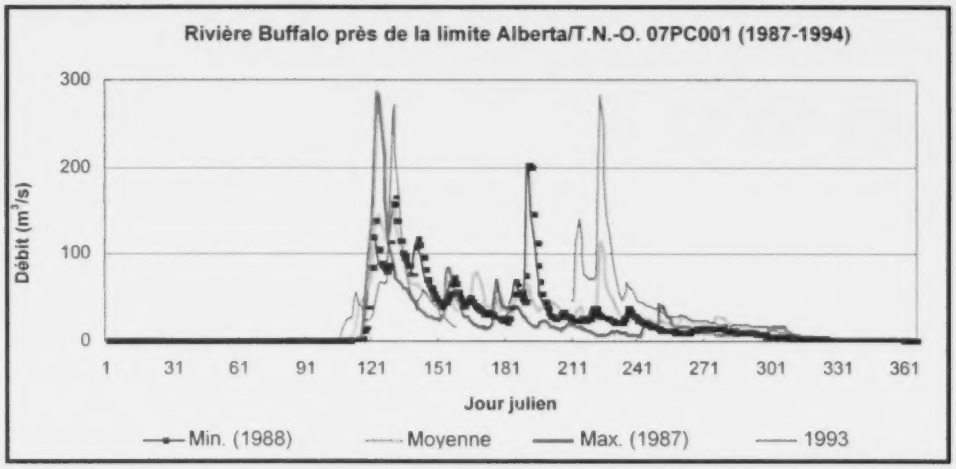
Environnement Canada. (2003b). Interface Web HYDAT, Service météorologique du Canada. Octobre 2003(b).
http://www.msc.ec.gc.ca/wsc/extranet/grp/grp/frmMenu.asp

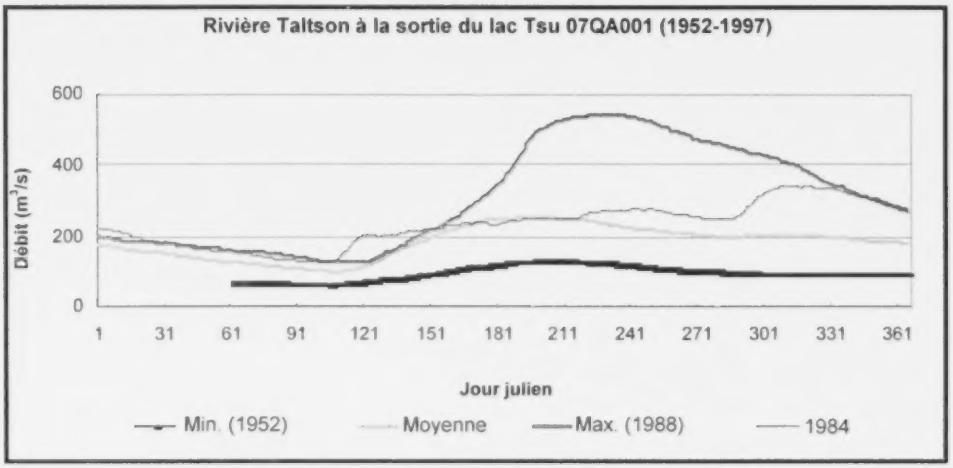
Gouvernement de l'Alberta. (2001). The Slave River and Delta, Northern River Basins Study. 7 août 2001. 9 janvier 2002.
http://www3.gov.ab.ca/env/water/nrbs/sect1/sect15.html

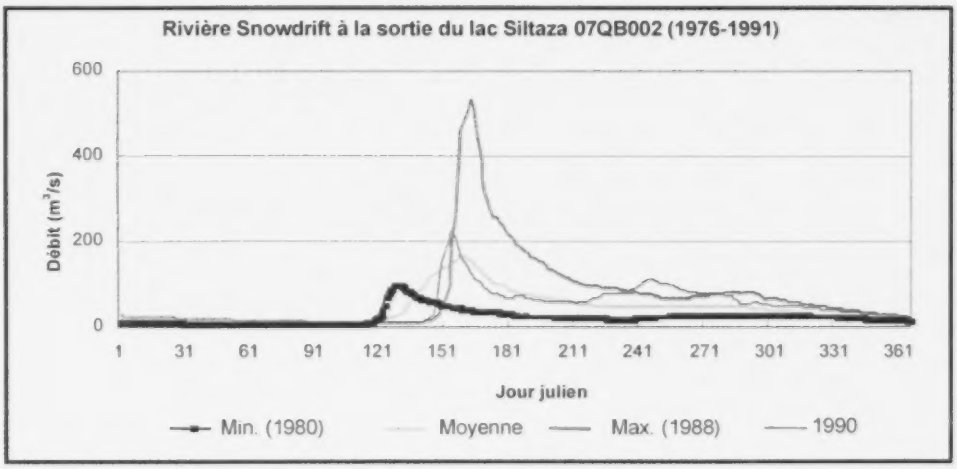
Krauss, T.W. (1996). L'étude GEWEX du Mackenzie. « Basin information and critical characteristics of the Mackenzie River basin and its energy and water fluxes. »
18 mai 2001. http://www.msc-smc.ec.gc.ca/GEWEX/background/toc.htm

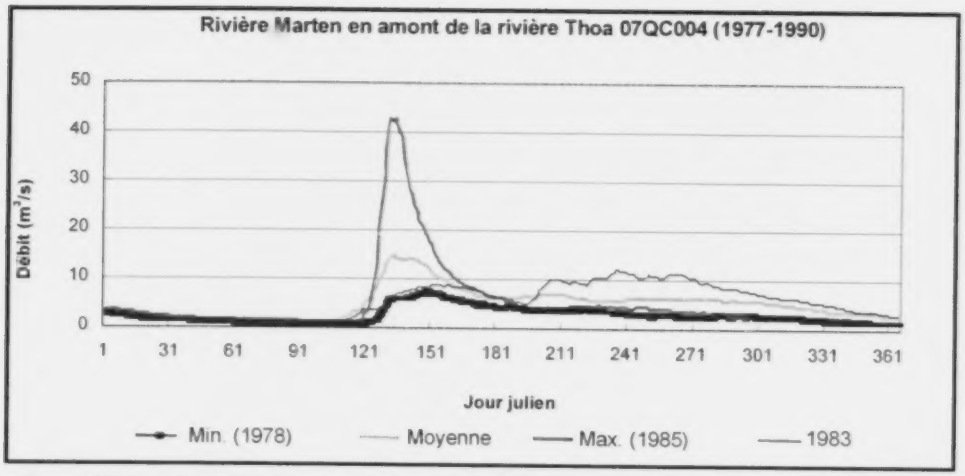
Parcs Canada. (2001). Parc national Wood Buffalo – Patrimoine naturel.
16 janvier 2001. 5 février 2002.
http://parkscanada.pch.gc.ca/parks/nwtw/wood_buffalo/english/nature_e.htm

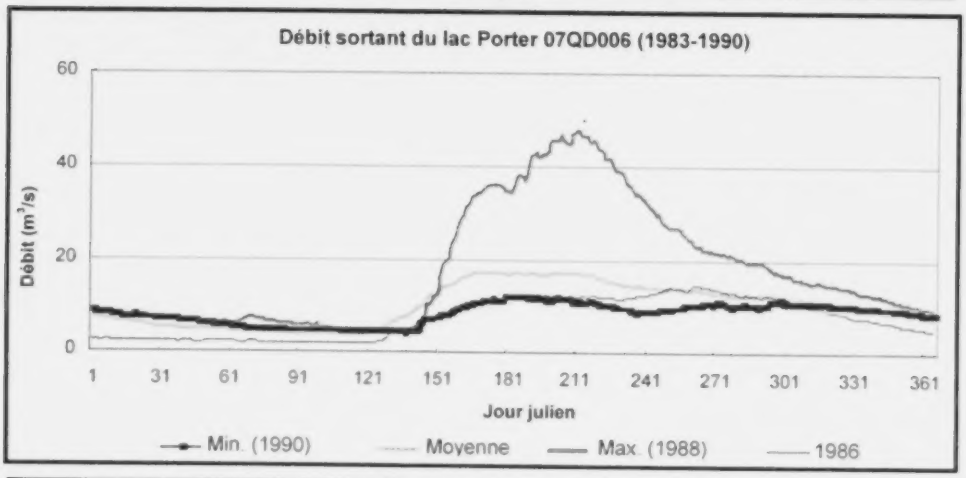
Annexe A. Hydrogrammes des stations hydrométriques

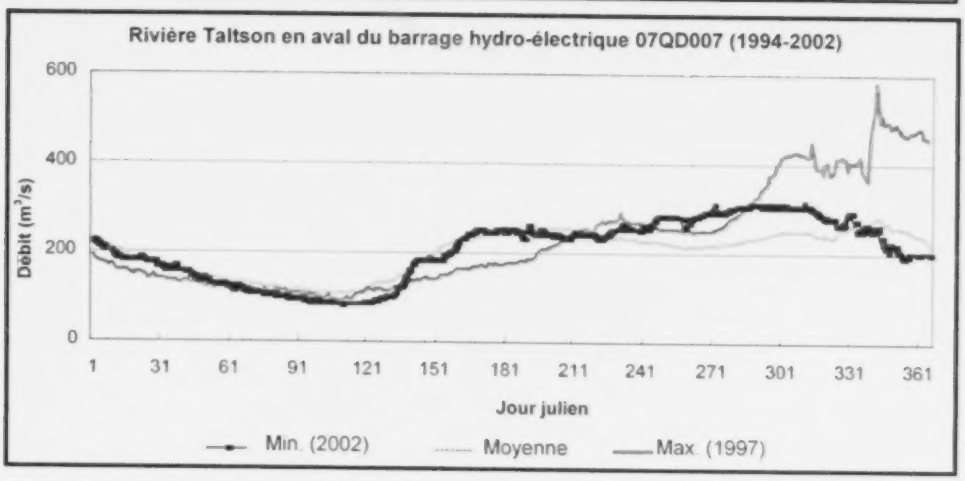


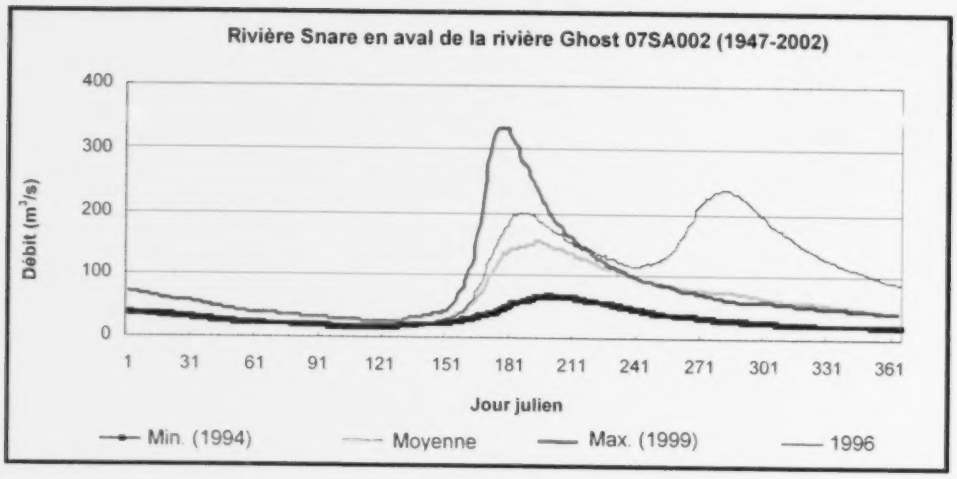


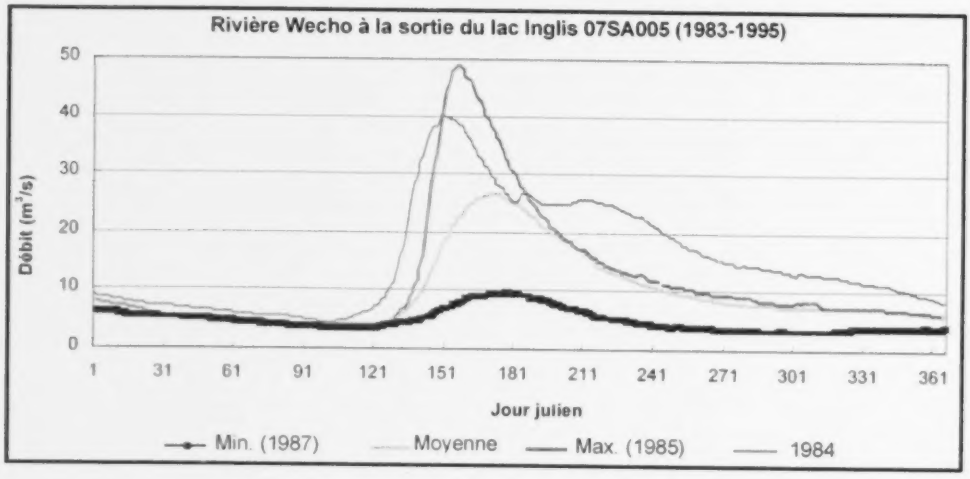


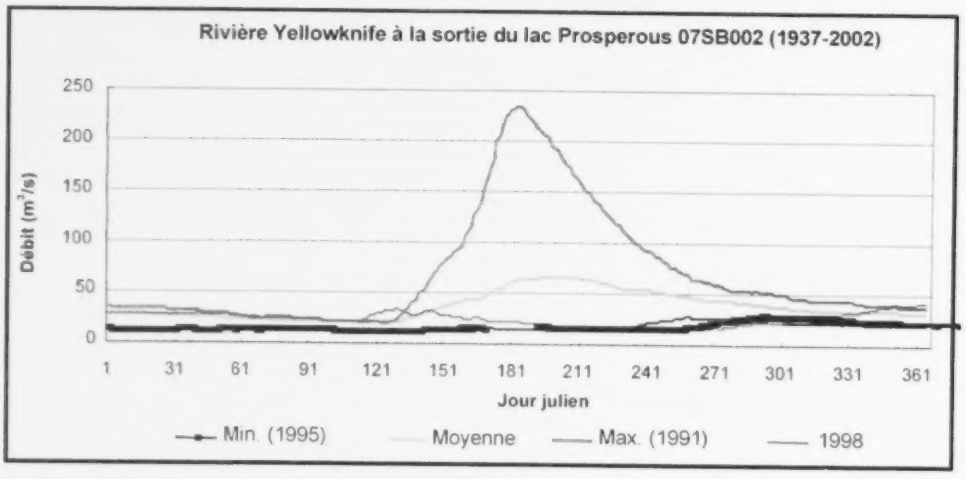

Rivière Marten en amont de la rivière Thoa 07QC004 (1977-1990)
Débit (m³/s)
50
40
30
20
10
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1978)
Moyenne
Max. (1985)
1983

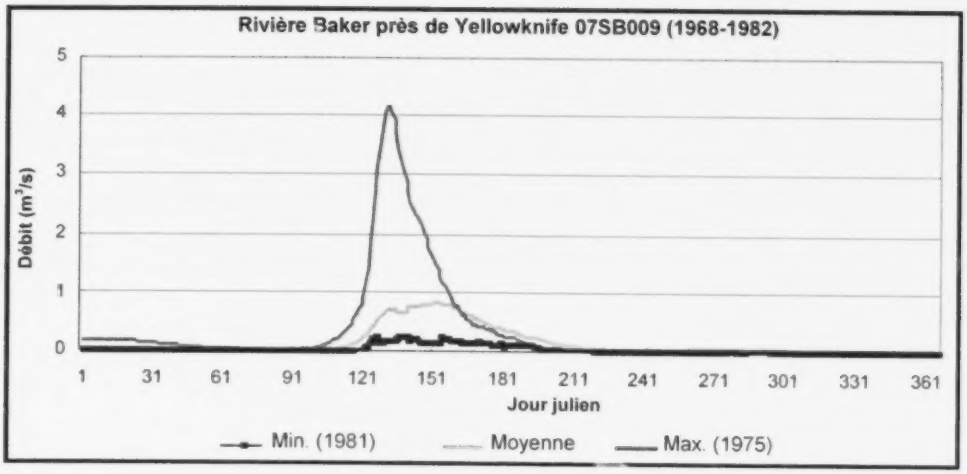

Débit sortant du lac Porter 07QD006 (1983-1990)
Débit (m³/s)
60
40
20
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1990)
Moyenne
Max. (1988)
1986

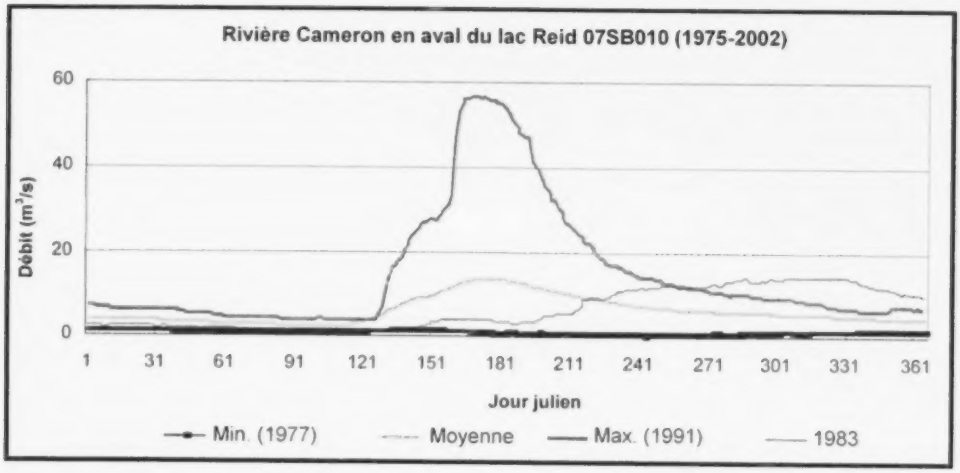

Rivière Taltson en aval du barrage hydro-électrique 07QD007 (1994-2002)
Débit (m³/s)
600
400
200
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (2002)
Moyenne
Max. (1997)

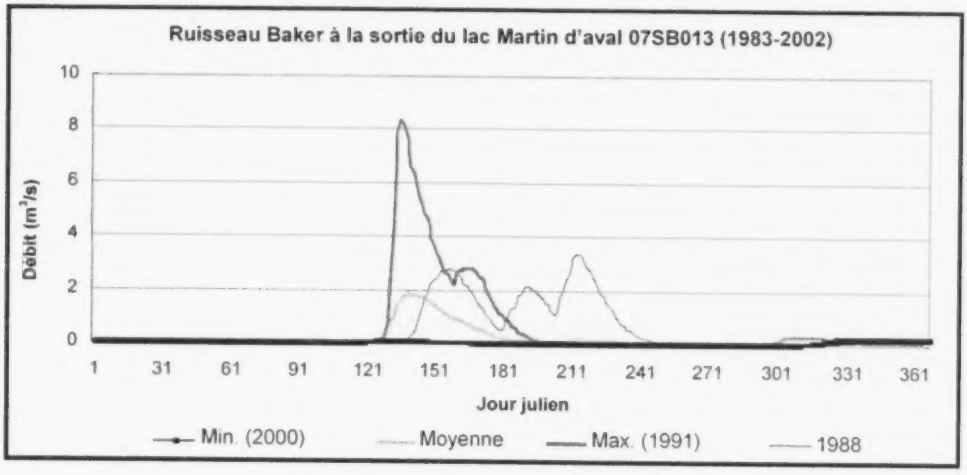

Rivière Snare en aval de la rivière Ghost 07SA002 (1947-2002)
Débit (m³/s)
400
300
200
100
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1994)
Moyenne
Max. (1999)
1996

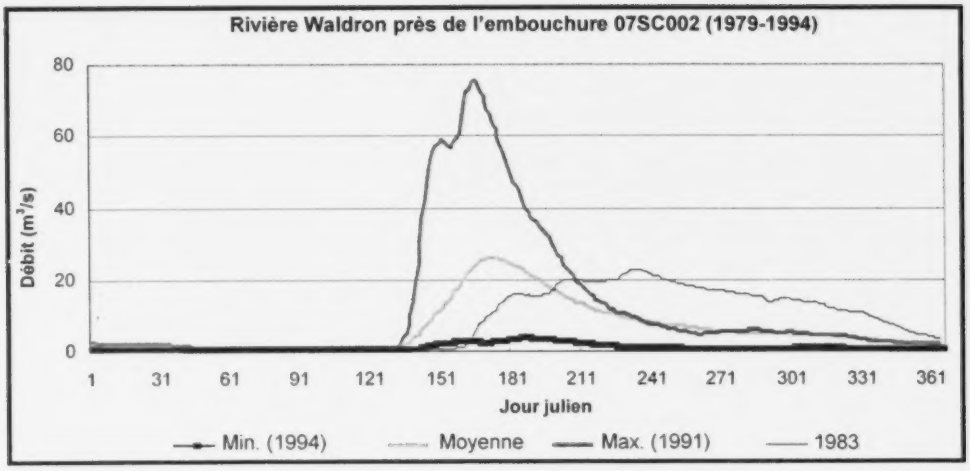

Rivière Wecho à la sortie du lac Inglis 07SA005 (1983-1995)
Débit (m³/s)
50
40
30
20
10
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1987)
Moyenne
Max. (1985)
1984

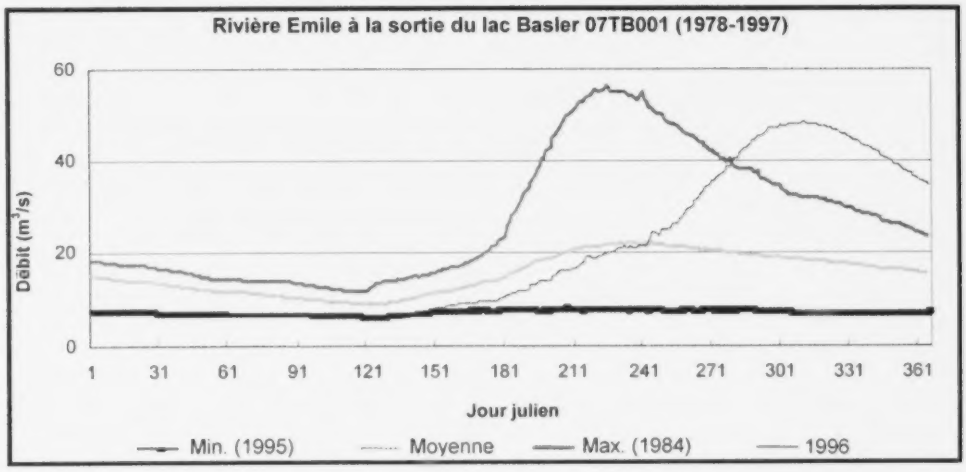

Rivière Yellowknife à la sortie du lac Prosperous 07SB002 (1937-2002)
Débit (m³/s)
250
200
150
100
50
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1995)
Moyenne
Max. (1991)
1998

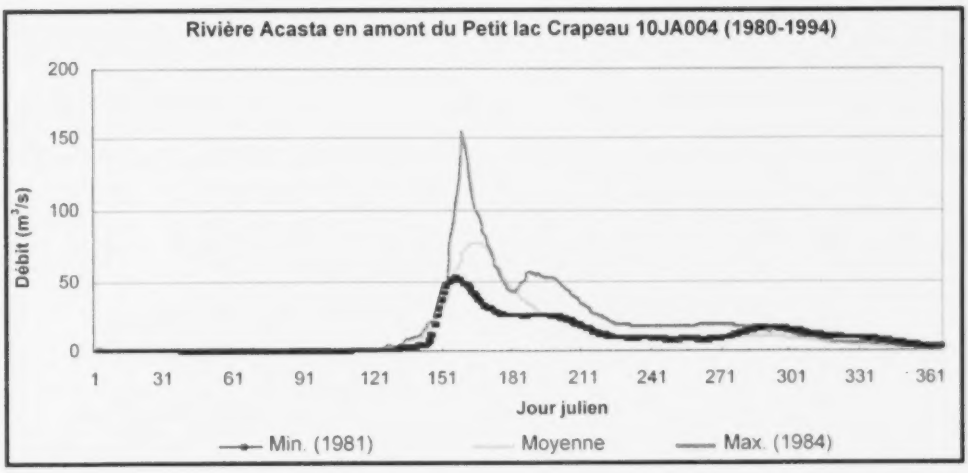

Rivière Baker près de Yellowknife 07SB009 (1968-1982)
Débit (m³/s)
0
1
2
3
4
5
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1981)
Moyenne
Max. (1975)


Rivière Cameron en aval du lac Reid 07SB010 (1975-2002)
Débit (m³/s)
0
20
40
60
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1977)
Moyenne
Max. (1991)
1983

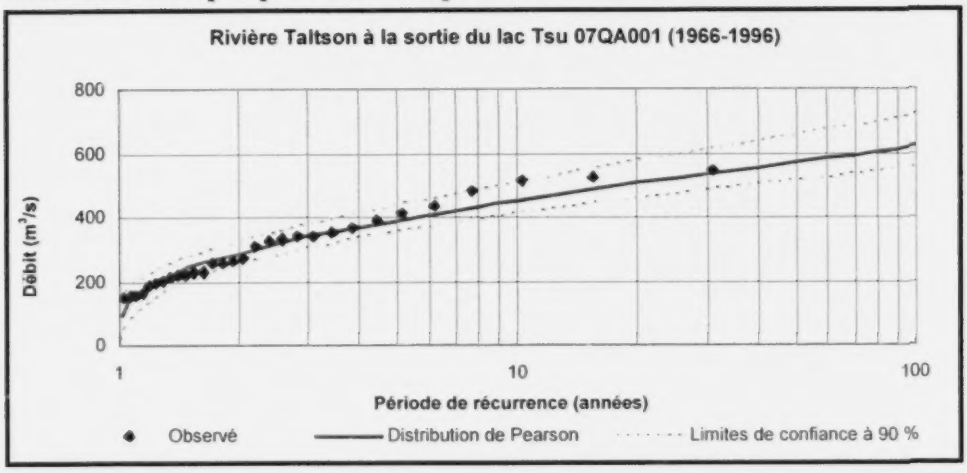

Ruisseau Baker à la sortie du lac Martin d'aval 07SB013 (1983-2002)
Débit (m³/s)
0
2
4
6
8
10
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (2000)
Moyenne
Max. (1991)
1988

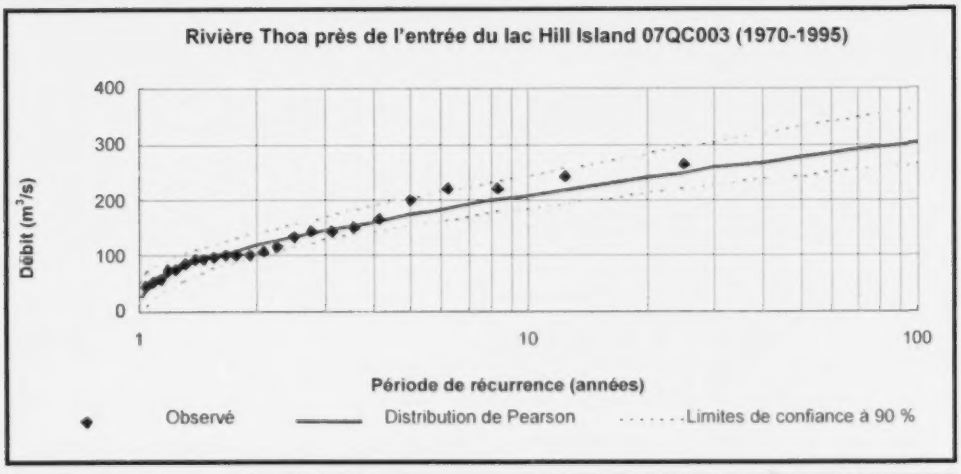

Rivière Waldron près de l'embouchure 07SC002 (1979-1994)
Débit (m³/s)
80
60
40
20
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1994)
Moyenne
Max. (1991)
1983

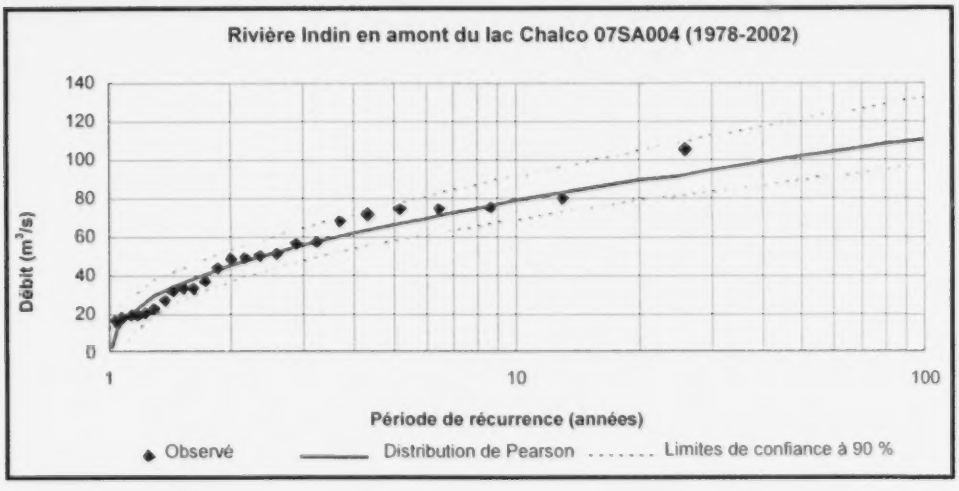

Rivière Emile à la sortie du lac Basler 07TB001 (1978-1997)
Débit (m³/s)
60
40
20
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1995)
Moyenne
Max. (1984)
1996

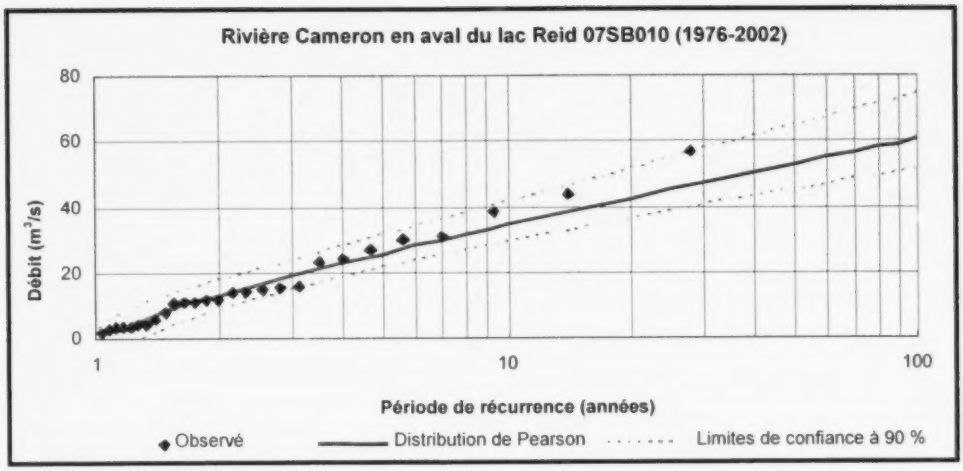

Rivière Acasta en amont du Petit lac Crapeau 10JA004 (1980-1994)
Débit (m³/s)
200
150
100
50
0
1
31
61
91
121
151
181
211
241
271
301
331
361
Jour julien
Min. (1981)
Moyenne
Max. (1984)

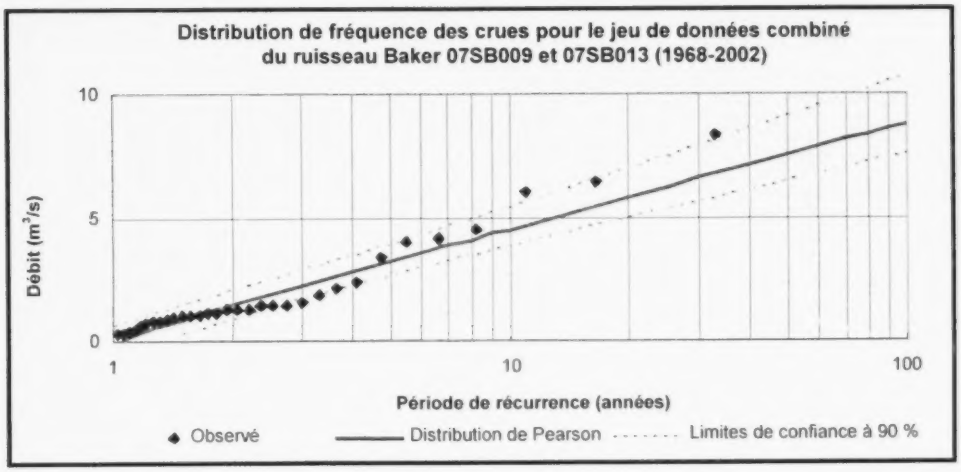
Annexe B. Graphiques de la fréquence des crues

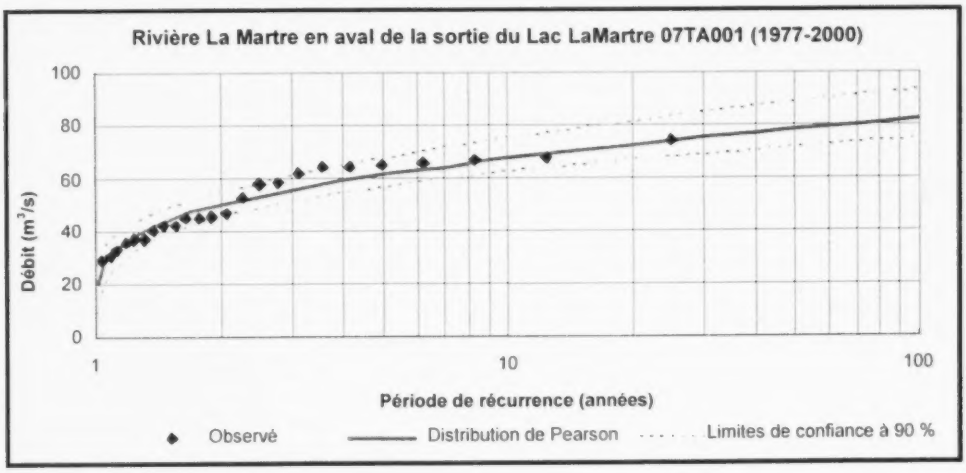


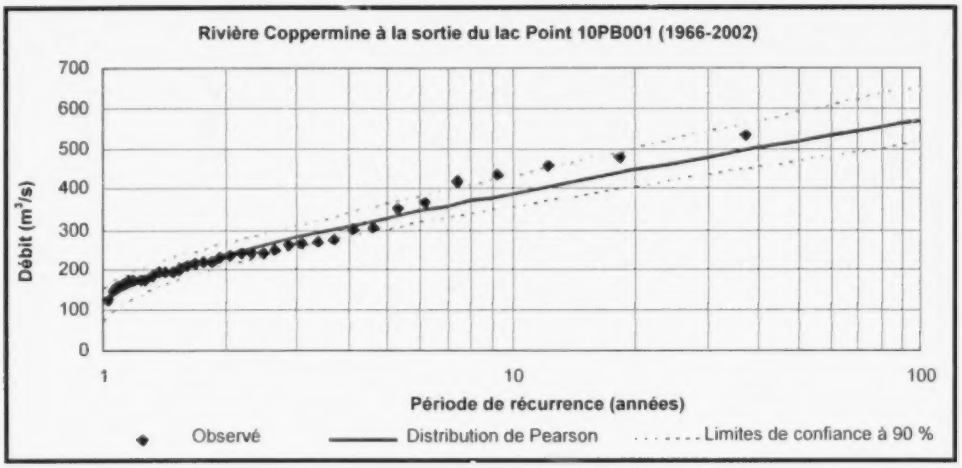





Rivière Cameron en aval du lac Reid 07SB010 (1976-2002)
Débit (m³/s)
80
60
40
20
0
1
10
100
Période de récurrence (années)
Observé
Distribution de Pearson
Limites de confiance à 90 %


Distribution de fréquence des crues pour le jeu de données combiné du ruisseau Baker 07SB009 et 07SB013 (1968-2002)
Débit (m³/s)
10
5
0
1
10
100
Période de récurrence (années)
Observé
Distribution de Pearson
Limites de confiance à 90 %


Rivière La Martre en aval de la sortie du Lac LaMartre 07TA001 (1977-2000)
Débit (m³/s)
100
80
60
40
20
0
1
10
100
Période de récurrence (années)
Observé
Distribution de Pearson
Limites de confiance à 90 %


Rivière Coppermine à la sortie du lac Point 10PB001 (1966-2002)
Débit (m³/s)
700
600
500
400
300
200
100
0
1
10
100
Période de récurrence (années)
Observé
Distribution de Pearson
Limites de confiance à 90 %